

第二次大戦中の 對潜戦闘

30. 6. 1.

OEG REPORT NO. 51
ANTISUBMARINE WARFARE
IN
WORLD WAR II

目 次

原 序
前 文
海 域 図

前 編

対潜作戦の戦史	1
第1章 第1期 独航船に対する昼間潜航襲撃（1939年9月—1940年6月）	3
1.1 Uボートの攻勢	3
1.2 Uボート対策	4
1.2.1 船 団	4
1.2.2 航 空 機	4
1.2.3 科 学 と 技 術	5
1.2.4 Uボートの撃沈	5
1.3 成 果 の 調 査	5
1.3.1 Uボート側の観点	5
1.3.2 連 合 国 側 の 観 点	5
第2章 第2期 船団に対する夜間水上襲撃（1940年7月—1941年3月）	7
2.1 Uボートの攻勢	7
2.2 Uボート対策	8
2.2.1 船 団	8
2.2.2 航 空 機	9
2.2.3 科 学 と 技 術	10
2.2.4 Uボートの撃沈	10
2.3 成 果 の 調 査	10
2.3.1 Uボート側の観点	10
2.3.2 連 合 国 側 の 観 点	11
第3章 第3期 狼群戦術の開始と船団の全航程護衛（1941年4月—1941年12月）	12
3.1 Uボートの攻勢	12
3.2 Uボート対策	13
3.2.1 船 団	13
3.2.2 航 空 機	13
3.2.3 科 学 と 技 術	14
3.2.4 Uボートの撃沈	15
3.3 成 果 の 調 査	15
3.3.1 Uボート側の観点	15

7.2.2	航 空 機	46
7.2.3	科 学 と 技 術	47
7.2.4	Uボートの撃沈	50
7.3	成 果 の 調 査	50
7.3.1	Uボート側の観点	50
7.3.2	連合国側の観点	51
第8章	第二次大戦中の対潜戦闘の要約	52
8.1	全 成 果	52
8.2	主なる発展のあと	52
8.3	図 表	55

後 編

対潜戦と その効果	60
潜 水 艦 作 戦	60
対 潜 手 段	61
第9章 独航船の安全性	64
9.1 潜水艦からする船舶探知能力の減殺	64
9.1.1 潜水艦密度の減殺	64
9.1.2 潜水艦掃航率の減殺	65
9.1.3 船舶の航行時間の節減	66
9.2 潜水艦の船舶に対する近接力の減殺	66
9.2.1 船舶の速力が潜水艦の近接に及ぼす影響	66
9.2.2 潜水艦の近接に対する航空哨戒の影響	68
9.2.3 潜水艦の近接に対する之字運動の影響	70
9.3 雷撃効果の減殺	70
9.4 要 約	71
第10章 船 団 と 護 衛	72
10.1 船団による安全性の増加	72
10.1.1 潜水艦による探知数の減殺	72
10.1.2 潜水艦の船団への近接	74
10.1.3 船団に対する魚雷命中率の若干の向上	75
10.1.4 船団航行の全体的価値	76
10.2 船団の安全性に関する種々の要素の及ぼす影響の実戦上の研究	77
10.2.1 船団速力の影響	77
10.2.2 船団の大きさの影響	79
10.2.3 水上艦艇護衛の価値	80
10.2.4 航空護衛の価値	82
10.3 大船団の重要性	83
10.4 船団組織の限界	85
第11章 水上艦艇による攻撃	87
11.1 問題の一般的論述	87
11.1.1 理論的分析	87
11.1.2 実戦の研究	88
11.2 攻撃の成功を決する要素の理論的論述	89
11.2.1 兵器の撃沈力	94
11.2.2 弾幕の撃沈力の計算	95
11.2.3 各行動の奏効率の計算	96

11.3	攻撃能力に関する実戦上のデータ	97
11.3.1	攻撃誤差に影響を及ぼす要素	98
11.3.2	兵器の威力比較	100
第12章	航空機による攻撃	103
12.1	問題の一般的論述	103
12.2	攻撃の成否を決する諸要素の理論的論述	103
12.2.1	攻撃誤差	104
12.2.2	兵器の撃沈力	107
12.2.3	奏効公算	109
12.3	実戦の実績	113
12.3.1	攻撃時の潜没の程度	113
12.3.2	25呎調定深度の重要性	114
12.3.3	爆撃誤差の重要性	115
12.3.4	多数弾ステイツクの重要性	116
12.3.5	ロケットによる成果	116
第13章	攻勢搜索	117
13.1	海域の搜索	117
13.1.1	浮上潜水艦に対する航空搜索	118
13.1.2	水上艦艇による搜索と潜航潜水艦	120
13.2	通路の遊撃	122
13.2.1	ビスケー湾における攻撃	122
13.2.2	通過潜水艦遊撃の価値	125
13.3	探知の追究	127
第14章	敵の逆探に関連する搜索レーダーの使用	134
14.1	序言	134
14.2	ドイツ逆探の問題	135
14.2.1	米波レーダードイツの Metox 逆探のため無効となる	135
14.2.2	ドイツS帯レーダーに妨げらる	137
14.2.3	Naxos 搜索レーダーS帯を捕捉す	139
14.2.4	X帯レーダーと Tunis Ger	140
14.3	シュノーケルと偽瞞装置の使用	141
14.3.1	シュノーケルに対するレーダー探知	141
14.3.2	シュノーケル対策	142
14.3.3	ドイツの偽瞞装置の発達	142
14.4	結論	143
第15章	ドイツ聴音魚雷対策	144

15.1	序 言	144
15.1.1	対抗策の種類	144
15.1.2	これ以上の論述の範囲	145
15.2	曳航発音機の発達	145
15.2.1	ドイツの聴音魚雷の採用	145
15.2.2	雷跡の分析	147
15.2.3	理論的軌跡と発音機	153
15.2.4	ドイツ魚雷に対する詳細な情報	156
15.2.5	捕獲したT-5魚雷の研究	159
15.3	実戦データ	162
結 び		164
(附録)	Uポートに対する連合国攻撃成果の判定と	
降伏によつて明かになつた成果との符合	167

原 序

本書は1942年から45年迄米国海軍対潜戦闘 オペレーション・リサーチ・グループ（後に単にオペレーション・リサーチ・グループと呼ばれ、1945年9月オペレーション・エヴァリユエーション・グループと改められた）によつて為された統計分析作業の成果を表わしたものである。そのグループは海軍の要求の下に Office Of Scientific Research And Development によつて構成運営され、合衆国艦隊総司令部に附属していた。グループは下の事項に関して司令長官を援助してきた。

- a. 新装備が軍事的要求に合致するかどうかの判定
- b. 戦闘報告の研究による特定の作戦に対する判定
- c. 新器材の作動状態を測定する戦術的問題の判定と分析
- d. 特定の要求に適合せしむべき新しい戦術的準則の改善
- e. 作戦計画立案の技術面
- f. 海軍及び海軍外の研究所と艦隊との連絡

本書は1941年から45年迄の大西洋における対潜戦闘の統計的概観と、対潜戦闘で最も有効であつた戦術の統合分析とから成つている。本資料は此の海軍の戦闘の中の極めて重要な部門の基礎を理解するのに極めて有用なものと信ずる。

グループの作業の或る種の部面で対潜問題と重複するもの、例えば 搜索及び直衛の理論や、オペレーション・リサーチの方法等は他巻に譲ることとする。

オペレーション・エヴァリユエーション・グループ団長

Philip M. Morse

前 文

対潜戦闘に関して述べる本書においては2つの大きな目的の間の妥協がしてある。即ちその1つは対潜戦闘上の事象及び問題の統合要約であり、いま1つは海上作戦の科学的評価である。然し科学的評価の解明は第二次大戦中の対潜戦闘に関して行われた種々の分析と研究に基いたものであるから、2つの目的の探究は何れも基本的には戦史的なものである。従つて過去において成功を収めた方法と雖も必しも将来に適した方法であるとは限らないから、**之に基き将来の対潜戦闘に関して断定を下すことには、深甚の注意を要する。**

然しながら**第二次大戦中の事象、その原因及び結果を明確に理解することは、戦後の諸決定を行う際の基礎として必要なことである。**その点に本書が役立つことが望ましい。之から1つの明確な結論が明かにされる。それは、新しい兵器、装備及び戦術は、手段と対抗手段の絶え間ない相互作用を招来し、それ以外の結論は長期に亘つて仲々妥当性を現わさないと云うことである。若し本書からその教訓だけでも得られるならば、本書は大いにその役目を果たしたものと言えよう。

本書の大体の構成は上述の2つの目的に適合させてあり、全く性格の異なる2つの編からなる。前編は大戦中の敵潜水艦作戦と連合国の対潜作戦の進歩の跡に対する戦史の要約である。然し各事件の完全な年代記を作らんとしたのではなく、統計的観点に立つものであり、大戦中の進歩を努めて定量的客観的に述べんとしたものである。データは絶えず変化する戦略戦術情勢によつて整理し戦史の要約は**7つの期間**に分割されている。此の分割はUボート戦術の変化と新兵器及び対抗策の導入による潜水艦戦の性質に著しい変化があつたために必要である。

各期間の分割は、その期間の中ではUボート戦略戦術が概ね同一であるように行つた。然しながら各艦の戦術には、その期間における大部分のUボートに共通した性格と著しく異なるものがある。殊に期間の分割点附近においては不明瞭であるので、大多数の艦が作戦方式に変化を来した概略の日附を掲げておいた。

各期間の中は更に下の3つの部分に分けた。

1. Uボート及び対潜部隊の最も重要な活動と成果の年代による叙述
2. Uボートに対する連合国側による主なる対抗策の詳細な記述で下のように細分する
 - a. 船 団
 - b. 航空機
 - c. 科学と技術
 - d. Uボートの撃沈
3. Uボート側と連合国側の両者の観点による該期間中の成果に対する調査で、その期間を特徴づける新しい戦術の理由を述べている。

後編は主要対潜問題特にオペレーション・リサーチの対象となつたものの更に突込んだ分析であり、活動データの理論的分析と特別研究による戦術と物質面の評価を強調している。此のような評価から導き出された対潜戦闘の原則は厳密には大戦中の情勢にしか適用できないものであるが、評価の方法はもつと広い注意を喚起するものである。

HP『海軍砲術学校』公開史料

潜水艦戦は世界中の海洋で繰返されたが主要な戦場は大西洋であつたので、他の方面のUボートの活動は大西洋海戦程完全には論じていない。

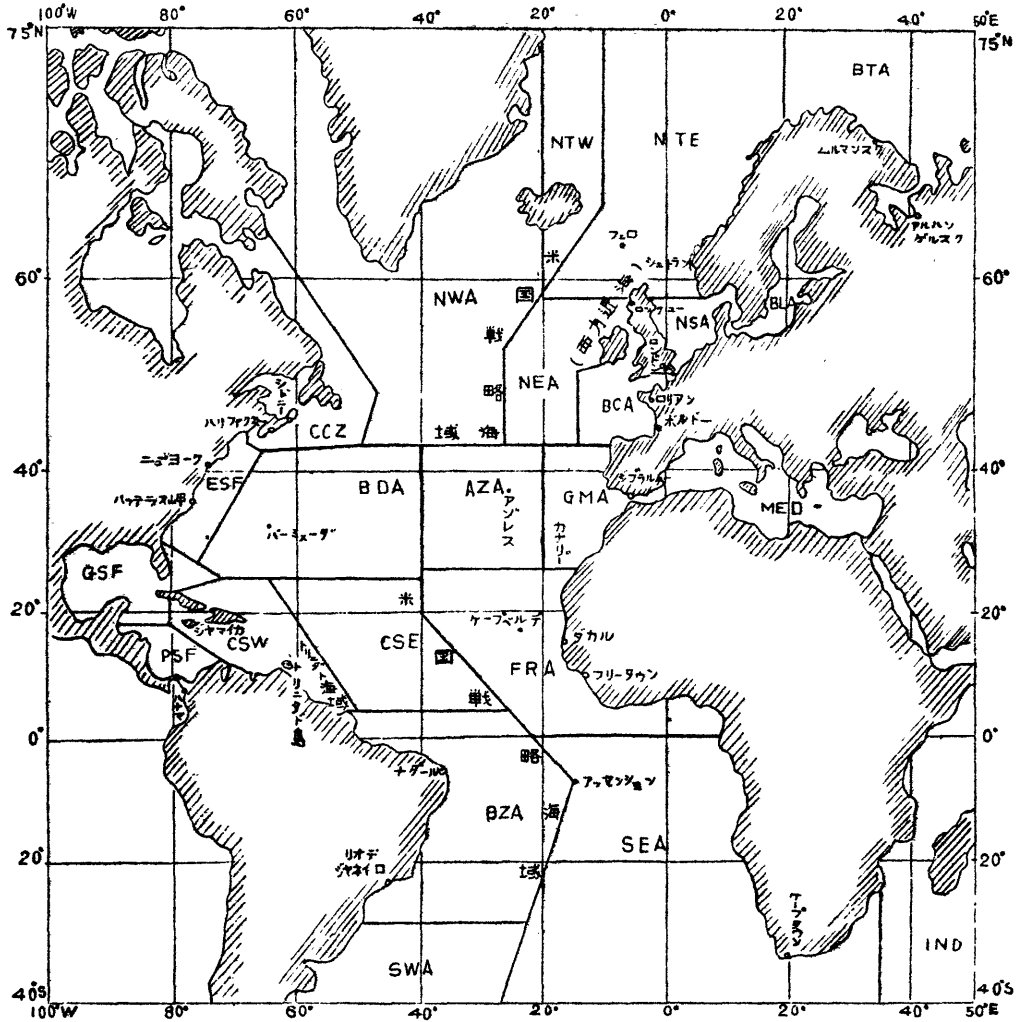
実際上には論述から除いた多くの面がある。豆潜水艦や小型戦闘艇はUボートとは考えられないので概ね除外した。人員の訓練の重要性と、その線に沿つた発展もとり入れてない。作戦計画の基となる情報を提供した海軍情報部の活動も詳述していない。戦略爆撃等の間接的要素も大巾に除外してある。従つて論述は海軍対潜戦に密接に関連したものに限られているが、英国空軍の沿岸部隊航空機と米国陸軍航空部隊の対潜任務飛行は論述の中に含めた。

使用した資料は広く広範囲に亘り、書翰や非公式の覚書も含んでいる。基礎資料の多くは U.S. Fleet Anti Submarine Bulletin, British Admiralty Monthly Anti Submarine Review 及び RAF Coastal Command Review 等からとつてある。その他の報告、例えば Operations Research Group Memoranda And Research Reportsや英国の Director Naval Operations Research (DNOR) や Operations Research Section Of Coastal Command (ORS/CC) の報告類も或る程度使用した。

此の作業は英米のオペレーション・リサーチ・グループ、軍人及び国防官庁の人々に源を発するものである。我々は資料を集め合理的に統合された記述を行つたが、その目的はある特殊なグループの業績を示すためではなく、海上戦の特殊な形式の進歩のためである。

筆 者 C. M. Sternhell
A. M. Thorndike

海 域 図



- | | | | |
|-----|---------------|-----|---------|
| AZA | アゾレス海域 | GSF | メキシコ湾海域 |
| BCA | ビスケー海峡海域 | IND | インド洋 |
| BDA | バミューダ海域 | MED | 地中海紅海々域 |
| BLA | バルチック海域 | NEA | 北東大西洋海域 |
| BTA | バレンツ海域 | NSA | 北海々域 |
| BZA | ブラジル海域 | NTE | 東部北方通路 |
| CCZ | カナダ沿岸地帯 | NTW | 西部北方通路 |
| CSE | 東カリブ海域 | NWA | 北西大西洋海域 |
| CSW | 西カリブ海域 | PSF | パナマ海域 |
| ESF | 東部海域 | SEA | 南東大西洋海域 |
| FRA | フリータウン海域 | SWA | 南西大西洋海域 |
| GMA | ジブラルター、モロッコ海域 | | |

前編 対潜作戦の戦史

0.1 第一次大戦中の潜水艦

ドイツは、開戦当初は英海軍艦艇を狙い、1915年に至つて初めて統制ある商船攻撃を開始した。1915.16両年中、平均15隻の潜水艦が行動し、月約20万屯の商船を撃沈する一方、毎月約1½隻のUボートが撃沈された。之はドイツにとつて満足すべきものであり、行動する潜水艦の平均寿命は10ヶ月で、その間に月約13,000屯を撃沈するので、潜水艦は自艦が沈むまでに計13万屯を沈めたことになる。

ドイツは1917年2月以後大規模の無制限商船攻撃を実施し、同年4月のピークには444隻90万屯を沈めた。英国艦隊は燃料が8週間分しかないと行動できず、敗北の一步手前まで追いつめられた。

0.2 船団の採用

1917年4月それ迄護衛艦の不足と運航時間損失のため2度も斤けられた船団が採用され、損害は激減した。英国の行つた種々の対策中之が最も有効で1917年10月には99船団で1501隻が運航した中損失は僅か10隻（1%以下）であつた。

0.3 満足すべき対抗策の欠如

船舶の被害は減少したが、攻勢の見地即ちUボートの撃滅と云う点からは第一次大戦中是不充分であつた。1917年初期の無制限戦開始時ドイツの行動中のUボートは約40隻で、Uボート撃沈数は月平均7隻に過ぎず、最大の月も1918年5月の14隻であつた。故に大戦最後の年のUボートの寿命は約6ヶ月であり、船舶の損害は同時期に月約30万屯であつたから各Uボートは沈没迄に約45,000屯を沈めたことになる。

此の数字によると、1918年のUボート乗員の叛乱は、その損失以外の原因によるものと思われる。第二次大戦中の損失率をもつと高かつたが同種の士気頹廃はなかつた。他に考えられる要素としては第一次大戦末期の機雷によるUボートの損失の大きかつたことで、之はドイツ基地の位置上、北海を通らなければならなかつたからである。第一次大戦中のUボート全損失178隻中水上艦艇によるもの45%、その中、半分は爆雷により、半分は砲撃と衝撃によるものである。機雷によるもの30%、潜水艦の雷撃によるもの10%、その他の原因15%であつた。故に、第一次大戦中連合国は敵に潜水艦戦を思い止まらせるような有効なUボート攻撃手段がなかつたことが判る。

ドイツ自身も終戦までUボートを有効な兵器と考え、その証拠には1918年11月に約220隻が建造中であつた。

0.4 科学的技術的補佐の要望

第一次大戦初期に明かになつた対潜戦上の最も顕著な点の1つはUボートとの戦斗に科学的技術的援助の要望のあつたことである。その重要問題は潜航中のUボートを探知する方法及びUボート撃滅の好適な機会を与える兵器であつた。

探知の方法として1915年に聴音機が造られたが概略の方向が判るのみで巨離は判らず、それによつてUボートを攻撃することはできなかつたが敵艦乗員に対する心理的效果はあつた。

爆雷も1915年に造られたが効果が少なかったためドイツは1917年までその存在を知らなかった。

1918年9月英国は主として科学者から成る小委員会対潜部門国際委員会 (Anti Submarine Division International Committee) が組織され反響音を利用して潜水艦位置を決定する装置 (委員会の名をとり、Asdic と称した) を研究し、1930年代に完成して第二次大戦においてドイツの驚異と的となつた。聴音機も超音波を使つて方向精度が向上した。

0.5 1939年9月の戦闘序列

第二次大戦勃発時英国のアスディック装備の対潜艦艇は220隻に過ぎず、その内訳は駆逐艦 165、哨戒艦艇 (スループ・フリゲート・ゴルベツト等) 35、トローラー20であつた。

之に対し1918年には連合国対潜艦艇は3,000隻以上 (駆逐艦 450、哨戒艦艇 170、残りはトローラー及び小艇) が使用可能であつた。

英国は第一次大戦の経験上、船団組織が被害局限上最良で、外洋では回避が自在であり、且つその成功は充分な対潜攻撃力ある有効な護衛に懸つてゐることを知つてゐた。又有力な U ボート追究組織が、回避の効果を取めるためには必要なことを知つており、大戦中探知、方位測定及び情報による日々の U ボート位置のプロットを行つてゐた。

一方ドイツは U ボート発達のための研究に努力を払い、第二次大戦勃発時の U ボートは第一次大戦のそれに比し格段の進歩を示し、又無航跡の電池魚雷を造つてゐた。

然し、1939年9月にはドイツは U ボートを60隻しか持たず、その中30隻は沿岸作戦しかできぬ250屯型であり、残り30隻が航洋型であつた。その中の20隻が500屯、10隻が750屯型であつた。この少ない数字はドイツは英国が之程早く参戦するとは思わず、その建造の重点を陸戦用のタンクや航空機に置いたことを示すものである。

第 1 章

第 1 期 独航船に対する昼間潜航襲撃（1939年9月－1940年6月）

1.1 U ボートの攻勢

ドイツは9月1日ポーランドに侵入し、9月3日には英仏が宣戦した。Uボート（以下Uボートとは200屯以上の敵潜水艦を総称する）は8月上旬より出動して開戦時には6隻が北大西洋と英国西方近海で攻勢をとり得る態勢にあつた。Uボートは最初は国際法に従うことを命ぜられており、乗員と乗客を避難させてから船舶を撃沈したが、永続させず9月末以降は中立国船舶も無警告で雷撃された。

英国は無制限潜水艦戦を予期して戦前から船団計画を立て9月6日には最初の船団が出発した。英国の対潜防衛は艦隊が第1で商船は第2であつたので、船団護衛に充てられた対潜艦艇の数は直接護衛を行うには不十分であつたが、英国の対潜手段は優秀であるからUボートは、爾後対潜艦艇から大損害を受ける危険を無視して船団攻撃を行うことはあるまいと信ぜられていた。

之を証する如く9月中は900隻以上の船団が1隻も被害を受けなかつた上、Uボート2隻を撃沈した。敵はアスデイツクの存在を知らないらしく、艦内騒音の減小により探知を免れ得ると信じていた。

英国のアスデイツクに対するドイツ側の知識の欠如が初期のUボート戦術採用の理由のようである。Uボートは、自分が見えないで敵を観測できると信じていた昼間潜航襲撃を好み、攻撃は露頂深度からの魚雷発射が普通であつたが目標が非武装の時は浮上砲撃したこともあつた。

9月中には船団制度は充分でなかつたので無護衛の船舶も多く、その39隻15万屯がUボートに撃沈され、その中10隻は砲撃によつたので英国に直ちにできるだけ多くの商船を武装した。

英国西方近海は空母で警戒していたが、空母 Courageous がUボートに撃沈されて以後は空母は撤退し、空軍の沿岸部隊航空機が代つて9月中に50回発見し、30回攻撃を加えたが効果はなかつた。然し、Uボートを潜航させ作戦能力を減せしめた。

10月前半は活動は休止したが後半28隻13.6万屯が撃沈された。加えて中旬U-47はスカパフローに侵入し戦艦 Royal Oak を撃沈し、港湾防衛の必要を痛感させた。11月、12月はドイツは英国東海岸に対する機雷敷設作戦に重点を置き触発機雷と磁気機雷を併用した。機雷による月間沈没屯数はUボートの直接攻撃によるものを上廻つた。

1月2月とUボートの活動は又上昇し、連合国及び中立国の船舶を無警告で撃沈する方針を続ける。彼等は好んで独航船や船団からの落伍船を襲つて、対潜艦艇による捜索と反撃を困難ならしめた。開戦後6ヶ月間、船舶の約半数は船団を組織して航行したのにUボートに撃沈された169隻中、船団に入つていたものは僅か7隻であつた。機雷による被害は磁気掃海法の発達と船舶のデガウスが進んだため減少した。

3月にはUボートは大西洋から姿を消してノルウェー作戦に備えて北海に集中し、ノルウェー侵入が始まつた時は行動中の艦は15隻のピークに達したが、英国の損害は4月は開戦後最も少く、逆にUボートの喪失は最大であつた。

5月もベルギー、オランダ侵入のためUボートの活動は低調で、商船に与えた損害は航空機に後駕された。後者の戦果は英軍のダンケルク撤退に関連して挙げられたものである。

ドイツは5月29日潜水艦戦再開を宣言し、中立国船に英国船団に加入しないように警告した。之に続いてUボートの激しい、大胆な船団攻撃が始まり、而も護衛艦艇は撤退と本国艦隊のために割かざるを得ず、不足を告げていたので一層敵を利し、6月の損失は56隻 26.7万屯と開戦以来最高であつた。6月末フランスは戦線から脱落しイタリーが100隻以上のUボートを以つて参戦した。その中の約60隻は航洋型(650屯以上)であつた。

1.2 Uボート対策

1.2.1 船 団

船団は当期のUボートによる被害局限の最良の対策であり、之は外航護衛のできる対潜艦艇の数の不足のため充分な直接護衛ができなかつたが、最良対策なることに変りはなかつた。英国に此の問題に対処するため船団組織を柔軟にし、Uボートの活動に応じて護衛艦の数と護衛巨艦を変更した。ドイツはUボートの派遣を波状にしてピークを1939年9月、40年2月、及び6月とし、英国の対策を困難にした。

主要船団航路の指定は下のように組立てられた。

OB 英国から米国及びアフリカに向うもの

HX ハリファクス(カナダ東岸)から英国に向うもの

SL シーラレオン(アフリカ西岸)から英国に向うもの

船団組織組立てに関する問題を説明するため当期中 HX 航路に起つた変化を詳述しよう。10月上旬、ジャマイカ島(西インド諸島)からの船団は廃止され西大西洋の全船舶はなるべく米国領海を利用してハリファクスに集る。渡洋船団は低速(9乃至12節)と高速(12乃至15節)の両船団に分れて同時にハリファクスを出発し4日の間隔を置いて会合点に到着する。会合点は15°Wに設けられ、此処から駆逐艦1乃至2隻がついて英国迄の対潜護衛を行う。ハリファクスから会合点迄の外航護衛は主として水上攻撃艦に対するもので戦艦、巡洋艦又は特設巡洋艦及び、使用し得る場合は潜水艦が1乃至2隻之に充てられた。

実際には低速船が多いので、境界を11節に下げたが2月以降高速船団は中止され、全HX船団は9節で3日乃至5日間隔で出発した。船団は9乃至15節船より成りそれ以上の高速船は独航した。

1940年5月、バーミューダ島が西インド海域よりの集合点に使われハリファクス船団と途中で合同し航路を節約し且つ霧を避けた。

此の外に英国は本国周辺とノルウエー往復の内航船団を組織した。フランス軽艦艇もジブラルター航路の大部の護衛と海峡横断船団の保護に当つた。

当期中月間平均2,500隻が船団で航行し、その5隻がUボートに撃沈された。(護衛船団船2½隻非護衛船団船1½隻、落伍船1隻)独航船のUボートによる被害率はその約4倍であつた。

1.2.2 航空機

第一次大戦では対潜手段としての実績がなかつたため、その用法問題解決に時間を要し、且つ爆弾しか持たなかつたので当期の対Uボート戦果は殆どなかつた。

然し、船舶護衛の防禦価値は大きかつた。沿岸部隊は対潜哨戒のため月間平均4500時間飛行し、20回 U ボート を発見して12回攻撃し、その10%は若干の損害を与えた。この飛行の主目的は U ボート を潜航させて水上からする船団への接近を妨げ、又敵潜の英国近海作戦を妨げた。U ボート は航空機を見たら急速潜航を行うように命ぜられていた。1939年11月、Moth 型軽飛行機が使われ、無武装であつたが U ボートの潜没位置を報告してプロットを正確ならしめた。

1.2.3 科学と技術

対潜戦改良のため科学は大いに活躍した。調査された主な問題は

1. アスディックの受信増巾器の改良で近距離でも遠距離でも反響音が明瞭に記録できるような自動感度調整装置を使うもの。
2. 対潜攻撃実施法の改良と潜水艦撃沈のための最良の爆雷パターンの理論的調査
3. 対潜関係員に目標が潜水艦かどうかの判別を行わせる援助

1.2.4 U ボートの撃沈

本期間に連合国の為に撃沈された U ボートは21隻と認定され、その15隻は水上艦艇に、1隻は艦艇2と航空機1の協同で、1隻は戦艦と載機で、2隻は潜水艦の雷撃で、2隻はドーバー機雷堰の触雷による。その他事故による喪失が3隻ある。地中海等では10隻を撃沈した。

1.3 成果の調査

1.3.1 U ボート側の観点

大西洋における当期中の U ボート平均作戦数は6隻で月間26隻10.6万屯を沈めたから、1隻の U ボートが4隻18,000屯を沈めたことになる。然し6隻中2隻が毎月撃沈されたから、作戦艦の平均寿命は僅か3ヶ月であつた。この喪失率は戦争中最高であり、船団攻撃よりも非護衛船攻撃を好んだことが判る。之は又ドイツが交換率（即ち U ボート1隻の沈没と商船13隻53,000屯の撃沈）には満足したけれども、次の期間には戦術を変えたことから説明できる。

この事実は他の方向からの探究でもよく判る。即ちドイツは航洋型（500屯以上）U ボート30隻で開戦し、1940年7月迄に18隻が沈没し15隻が就役したから期末の数は27隻に過ぎなかつた。

1.3.2 連合国側の観点

1940年6月末、英国は独力でドイツと戦い、その戦争遂行能力は海路に依存していた。連合国の船舶の損失は、月間28万屯、建造は8.8万屯なので、此の10ヶ月の総損失192万屯が開戦時の総屯数4000万屯から失われた。船舶の損失は増加の一途を辿つたので、大量の建造を以つて損失を補うよりなかつた。

月間28万屯の損失中敵の行動によるもの22.3万屯、その中 U ボート10.6万屯（48%）機雷5.8万屯（26%）航空機2.7万屯（13%）水上艦1.4万屯（6%）その他7%であつた。

U ボートによる被害が首位を占め船団で辛うじて之を喰止めていた。アスディック装備の英国対潜艦艇は開戦時の220隻から期末には450隻に達し、増加分の大部はトローラーおよび小型船であつた。450隻の内訳は駆逐艦180、哨戒艦艇55、トローラー及び小艇215であつたが未だ適当な船団保護をするには程遠い数であつた。英国は此の期間、敵は僅かな U ボートしか使わず、その活動海域も限定されて、大部分の沈没は北大西洋（20°W 以東 30°N 以北）に限られていたので護衛問

題の解決が容易であつた点で恵まれていた。

第 2 章

第 2 期 船団に対する夜間水上襲撃（1940年7月—1941年3月）

2.1 Uボートの攻勢

第1期で潜航中のUボートのアスディックに対する脆弱性が曝露されたので当期には全く戦法を変え、水上で夜間の狭視界を利用することにした。即ち夜間、吃水を深くした潜水艦は視認も、アスディックによる探知も困難で而も高速が出せて運動性に富むので護衛艦による発見を回避でき、戦果が挙げ、1940年7月以降之による船団攻撃が一般的な方法になった。

敵のフランス占領による基地進出のためUボートの往返路は短縮し、大西洋遠く作戦でき、又航空基地からは遠距離偵察機を出して大西洋船団を捕捉した。

更に海上よりする英国侵入の危険が迫ったので、多数の駆逐艦を英国東岸及び南岸に派して船団護衛兵力を減じ、西方近海の哨戒機も東方に多くを割いて侵入に備えた。

6.7月は被害は各月20万屯を超え、主活動海域は英国西方近海であつたが、7月中旬、船団航路が航空偵察を避けて英国北方迂回航路をとるとUボートは直ちにノルウエー近海に移動した。攻撃は大船団に対して多く行われる。護衛艦は居たが、数不足のため普通アスディック装備艦は僅か2隻であつた。

8月15日ドイツは英国の全面封鎖を宣言し、それと共にUボートの活動は激化して9月の被害は30万屯、10月は34.6万屯と上昇した。活動海域は依然、英国北西岸が最も多く、夜間の船団攻撃が好まれ、9月中の被攻撃船59隻中40隻は船団船で、全体の71%は夜間攻撃であつた。満月及びその直後が被害が多く、10月の18日と19日の夜は31隻が攻撃を受けた。

此等の期間中も行動中のUボートの数は平均僅か6隻であつたから、10月には1隻のUボートが10隻6万屯を撃沈したわけである。而もUボートは殆ど無傷で避退し、10月中は大西洋では1隻を撃沈したに過ぎなかつた。夜間の船団攻撃は個艦で実施され、攻撃艦の数は1乃至2隻であつたが船団の被害は大きく10月のHX79船団は1夜に2隻のUボートのため12隻を失つた。

此の頃のUボートの船団攻撃法は通常次のようであつた。Uボートは、長距離偵察機の報告、他のUボートの通報、煤煙の発見等によつて昼間船団に接触を得、視界限度を通つて前方又は側方に水上で進出する。夜の暮が降りるとUボートは水上の儘吃水を深くして船団に接近し概ねその前方に占位して、護衛艦を充分に見張り船団前方の護衛艦の後尾を通るように努める。発射はなるべく接近して行うように教えられ、或る場合には600碼迄接近した例もある。船団正横の射点に到達すると多くのUボートは増速し、4本の斎射を行い、全力で回頭離隔し、為し得れば艦尾魚雷を発射して、なるべく速かに最も安全と思われる方向へ避退する。避退時に発見されなければ水上の儘次発装填を行つて深更に至るまで同じことを繰返す。

英国船団は大損害を受けたため多くの改正を行つた。船団の縦陣間の間隔を拡げて1斎射により2隻以上が被害を受ける機会を減じ、護衛艦は船団からもつと離れて、襲撃後照明によつてUボートを捜索する方法を研究し、護衛艦の戦斗力を増すためなるべく何隻かのグループを作つて協同動作を行つた。海軍省は、外航船団航路指定の責任をとり、遅滞なく緊急航路変更ができるようにし

た。更に多くの努力を払って全船団護衛艦にレーダーを装備し視界外を触接するUボートを発見することに努めた。

11月に船団護衛のコルベットが、Uボート撃沈に成功したので、護衛船団に対する攻撃が鈍り、且つ冬季の悪天候も攻撃を阻んだので11月の損害は15万屯、12月が20万屯であつた。

12月上旬からUボートの西方移動が顕著になつた。之は英空軍沿岸部隊の哨戒飛行のためと、船団が護衛艦に会合する以前に攻撃するためとであつたが、実際には船団航路発見のための困難を増した。Uボートが英国北西近海の20°乃至25°Wで活動し、其処は護衛艦の到達が困難であつたので12月から、徹底的な回避航路がとられその範囲は57°から63°Nまでの間に及んだ。又護衛兵力の酷使を和げるため船団の運航間隔が伸ばされた。

此の徹底的な航路分散は損害軽減の最大原因になり、大西洋行動のUボート数平均12隻に対し、1月の損害は21隻12.7万屯に低下した。12月、1月の損害の大部は船団船でなく、之はドイツが船団攻撃の困難を認めて落伍船と独航船に努力を傾注した爲であつた。

1941年2月もUボートの活動は低調に始まつたが、この月の中にドイツは、航空機とUボートの緊密な協力及び特別搜索哨戒と云う形の強い攻撃方式を産み出させた。狼群戦術もその兆候を見せ始め、Uボートは3乃至5隻のグループを作り、各艦はグループに充てられた広い海域内中の更に区分された区域内を行動し、最初に船団を発見した艦が之に触接し、他の艦は襲撃位置へ集結を命ぜられる。触接艦は無線を発信し他艦と航空機を呼寄せせる。航空機も同様にUボートを船団に呼寄せることができた。

2月の損害は36隻18.9万屯に上昇して春季攻勢の開始を予期させた。3月のUボートの平均行動数は16隻、損害は40隻23.9万屯で前年の9月10月には遙かに及ばず、且つUボート数は倍以上であつたので、極めて大きな警告とは考えられていなかった。

更に対潜護衛力が増し、適当な護衛を附した船団を攻撃したUボートは爾後有効な反撃を受けるようになり、当時のドイツの最も戦果を挙げていたPrien, Schepke及びKretschmerの3艦長が何れもこの反撃によつて失われ、Uボートの士気を挫いた。

2.2 Uボート対策

2.2.1 船 団

夜間攻撃を受けた大損害の結果1940年11月縦陣の間隔を約600碼から約1,000碼に伸ばした。縦陣内の各船の巨離は約400碼であつた。12月に至つて、空襲に対する防禦を増すため昼間は縦陣間の間隔を600碼に戻した。

1940年9月、10月のUボート夜間水上襲撃による大損害の対策として、護衛艦は両側の退つた位置に、それ迄より船団からの巨離を離して占位した。襲撃を受けた場合は護衛艦は最大速力で船団から10浬離れ、星弾を発射してUボートの所在面を照明し、之を発見するか又は潜航させてアズドイツの効果を發揮する。若し探知したら2隻の護衛艦が之を攻撃し、残余の艦は船団に同行した。

レーダー装備の護衛艦が加わるに及んで之等は船団の側方に1隻宛配せられ、船団からの反射波を避けるため約4浬の巨離をとつた。側方護衛艦は船団に同航又は反航して自己防禦のため要すれば十字運動を行つた。いま1つの掃航法は燃料を節約するための試みで、護衛艦は船団先頭船の正

横で緩やかな 360° 回頭を行つて外方と後方を毎秒 1° の割合で掃航し、1周する頃概ね敵船の側方に来る。残余の艦は今迄通り配列されるが、夜間は後方面翼が重視され U ボートから襲撃を受けると船団後部の星弾照明を行うことになつていた。

当期の初めから船団組織は確立され、爾後は敵の活動に応じて小改正が為された。HX 船団は英国に対する主要補給路として重視され、U ボートの外に敵航空機及び水上攻撃艦からも攻撃を受けた。

40年7月、最初の英国北方迂回船団は 17°W で護衛艦と会合した。8月から7½乃至9節の低速船団はノヴァスコチヤのシドニーに集合することになり SC と呼称されたので、之によつて HX 船団は約45隻の適度の大きさとなつた。HX 船団は4日毎、SC 船団は8日毎に出港した。12月にシドニー基地は廃されたが SC 船団は残り、ハリファクスから出港した。

対潜護衛を西方迄拡充するため船団間隔は伸ばされ、HX 船団は6日毎と4日毎を交互に、SC 船団は10日毎に出港した。更に北スコットランドのロツクキューが北方を廻つて英国東海岸に至る集合地となり、対潜護衛駆逐艦は此処で燃料補給ができたので、更に西方まで進出できるようになつた。

当期の船団航行船数は月平均 3,600隻に達し、その中26隻が U ボートに撃沈された。(護衛船団13隻、無護衛船団3隻、落伍船10隻)之は U ボートによる被害が総航行船の 0.7% に達したことを意味し、前期中の3倍以上である。大西洋横断の HX 及び SC 船団の被害率は特に大きく、月間船団船 360 隻(全船団船の僅か10%である)の中で14隻が U ボートのため撃沈された。(船団船の全損失の50%以上) U ボートによる之等船団の損失率は約4%で、全船団損失率の5倍以上に達した。

独航船の被害率は更に高かつた。6ヶ月間の英国北西海域(U ボートによる全損失は此処で起つた)について比較すると、月間、此の海域を通過する船団船 1,180 隻中、U ボートによる沈没は29隻で2½%なのに対し、同海域を通過する独航船、月間70隻中、U ボートによる沈没は3隻で4%に当る。而も独航船は概ね速力13節以上で船団船の出し得る速力より遙かに大きい。従つて若し全船舶が独航したらその被害率は4%を遙かに上廻つたであろう。

2.2.2 航空機

当期は U ボートの対策として航空機は前期に増して使用された。沿岸部隊は攻撃力を増すため海軍爆雷を Sunderland 機に搭載して U ボート撃沈に成功した。

船団夜間攻撃の結果、沿岸部隊航空機と艦隊航空部隊はレーダーを装備するに至り、夜間水上の U ボート発見に極めて有効と考えられ、航空機の夜間護衛が希望された。最大の航空護衛は、U ボートが夜間攻撃に備えて触接位置につく、暗くなる3時間前に行うことが企図された。

狼群戦術の採用を見るに至り、触接 U ボートが主要な問題となつた。触接艦が護衛艦から発見される機会は少いので、航空機がその役を引受け、船団上を巡回して触接を妨げる哨戒法を産み出した。

沿岸航空部隊の月間平均飛行時数は 6,300時間となり、中 5,100時間が船団護衛で1,200時間が哨戒であつた。然し発見回数と攻撃回数は夫々月間14と8に低下したが、その原因は U ボートが哨戒圏外の西方へ移動したことであつた。損害を与えたのは依然10%であつたが、その中の2回(2½%)は

撃沈确实であつた。

2.2.3 科学と技術

アスディック改良の研究が大いになされ、その主目標の1つは深度の決定であつたが、之は極めて困難であつたため、未知の深度をカバーするため大きな爆雷投射面が用いられた。

次の発達は短波方位測定機(HF/DF)であつた。HF/DFの本質は、電波を発射したUボートの方位を陸上局で測定して、数局の方位でその位置を決定するにあつた。然し大西洋周辺の陸上局の数が増し、Uボートの数も増すに従い、その概位を示すに止まり、精々船団に警告を与えて航路の回避を助けた程度であつた。ドイツは之を予想して艦用方位測定機は中波のみに限定した。故に一度船団を探知すると短波通信を大中に用いたので、船団護衛艦にHF/DFがあれば極めて役に立ち、Uボートが攻撃を開始する前に、それを発見できることが判り、艦用の操作容易なHF/DFが切望された。

然し当期の最大の科学の業績は艦船と航空機に対するレーダーの採用であつた。当期初頭の船団の夜間襲撃に被つた大損害のためレーダーが至急に要求され、間に合わせとして航空機用のものを286M型として駆逐艦に搭載した。搭載は40年11月から始まり41年4月には英国西方近海部隊の駆逐艦約40隻に装備され、その能力は水上のUボートを2乃至3浬の半径内で探知できることが希望されていた。

286M型は固定アンテナを持ち、艦首から左右各約50°間の目標反射波を受信すると共に艦尾方向近巨離の反射波も受信した。波長はメートル波であるためアンテナを高く揚げないと遠巨離の小目標は探知できず、艦上レーダーの対Uボートの効果を著したが、航空機は高度2,500呎で水上のUボートを15浬で探知できた。

41年1月には対潜用としての艦上レーダーは不適當なものとされた。護衛艦は船団からの反射波のため甚しく惑わされ、そのため巨離目盛を10浬から5浬に減じた。同時に新型のものが研究され期末、即ち41年3月には反射波を消した短い方向性アンテナを持つた290型が採用され、286型に代つた。

2.2.4 Uボートの撃沈

当期にUボートを攻撃々沈したのは水上艦艇が第1で月約25回行つている。当期中大西洋で撃沈した23隻中水上艦艇によるもの13隻、即ち53%であつた。潜水艦も大きな戦果を挙げ、フランスの基地に近く哨戒して9月中に5隻を雷撃し、12月にも戦果を挙げた。之がためUボートは基地出入時潜航しなければならなくなつた。Uボート2隻は航空機の攻撃で撃沈概ね确实、1隻は艦艇航空機の協同攻撃で、1隻は機雷のため沈没した。

更にUボート1隻が原因不明で喪失し、地中海ではイタリアは11隻を失つた。イタリア潜水艦は41年9月迄に地中海とインド洋で5隻28,000吨しか戦果を挙げなかつた。

2.3 成果の調査

2.3.1 Uボート側の観点

当期のUボート戦術は主目的たる損害の減小を達成した。大西洋における行動数は平均10隻となり、月間損失は2%隻となつたから、その平均行動寿命は33%増して3ヶ月から4ヶ月になつた。

Uボートの船舶撃沈率も稍増加し、Uボート1隻の撃沈数は月間4隻2.2万屯となつたから、之等を総合するとUボート1隻の沈没に対し、船舶16隻8.8万屯となり、潜水艦の方に極めて有利であつた。

量的にドイツUボートは向上し、開戦直後開始した建造計画が効果を現わし始めたので、当期中に航洋型45隻が就役したのに対し大型（500屯以上）の喪失は18隻で期末の航洋型の数は54隻に達し期初の約2倍になつた。

然し、ドイツは有能で経験に富んだ艦長と乗員を多数失い、之等は潜水艦程容易に得ることはできず、多くの経験の少い艦長を前線に送つた為、41年2月、それ等のUボートをグループとし経験ある艦長と一緒に使うことに決めた。

2.3.2 連合国側の観点

連合国及び中立国の船舶の損失は月間45.6万屯で前期より60%増したのに、建造は少しく増して11.4万屯に過ぎなかつたので純損失は月間34.2万屯となつた。使用し得る全船腹は期初3800万屯から期末3500万屯に減じた。

月間損失45.6万屯中敵の行動によるもの40.4万屯でUボートによるものは42隻22.4万屯（敵の行動による全損失の55%）で前期の2倍以上である。水上艦船によるものは8.7万屯（22%）に上り航空機によるものは6.1万屯（15%）機雷によるものは2.7万屯（7%）に下り、その他が1%であつた。

Uボートは大西洋海戦で連合国に大打撃を与えたが、期末に近づくに従い情勢は稍明るくなつた。その1要素は英国侵入の脅威の減小に伴う船団護衛用艦艇、航空機数の増加で外航護衛艦（駆逐艦及びスloop、フリゲート、コルベット等の哨戒艦）は期初の235隻から期末の375隻（内駆逐艦240隻）へと増加した。その中の重要々素としては新コルベットの就役と、40年9月、米国から英国へソーナーを装備した旧式Town型駆逐艦50隻を譲渡したことである。

更に多数の艦艇航空機がレーダーを装備してUボートの夜間攻撃に対抗した。又乗員は対潜戦の経験を積み、期末には適当な護衛を有する船団を攻撃するUボートには猛烈な反撃を加えた。かくして第3期には、対潜護衛が、その力を弱めることなく西方に伸びたのでUボートの行動も逐次西方に移動することになつた。

第 3 章

狼群戦術の開始と、船団の全航程護衛（1941年4月－1941年12月）

3.1 U ボートの攻勢

U ボート建造計画の進展に伴い、その行動数は41年4月の18隻から8月には36隻に達した。当期の主な特徴は、英国の航路回避と熟練したU ボート艦長の不足のためドイツが狼群戦術を多く用い始めたことである。

英国北西近海における護衛の成功のためU ボートは4月には活動海域を西方に移動して航空哨戒を避け、且つ船団が護衛艦と会合する前を狙った。又南方にも戦場を拡張し、アゾレス群島からフリータウン（アフリカ西岸シーラレオン）海域に迄及んだ。

4月におけるU ボートによる損失は3月と大差なく41隻24万屯であつたが、船団船の被害は3月の60%に対し僅か30%であり、損失の13%はアゾレス、及びフリータウン海域におけるものであつた。4月中の全原因による損失は68.2万屯で、その中航空攻撃によるものが29.6万屯、その大部は地中海においてギリシアとクレテ島撤退に関連するものであつた。

アイスランドが基地として用いられるに及び、護衛艦は此処から行動して護衛巨離を著しく伸延すると共に Sunderland 及び Hudson 哨戒機の基地となつた。護衛艦数は各船団の護衛兵力の弱体化とアステイク装備の掃海艇の使用によつて補われた。然しアイスランド近海通過のためU ボートによる航路発見は容易になつたが、一方高緯度による昼間の伸長により攻撃は困難になつた。

5月のU ボートによる被害は58隻32.5万屯と上昇し、その半分以上はフリータウン海域で失われた。此処にはU ボート6隻から成る1団がいて、5月中に32隻18.6万屯を沈めた。之に対しては護衛を増し、且つ該海域を通らなければならない船舶以外は避航させた。独航船の被害は依然多く、

5月中の船団船の損害は全体の20%に過ぎなかつた。又U ボートの活動は更に西に伸びて41°Wに至り横断航路の全航程護衛が必要となつたが、それがため護衛艦の数は弱体化し、カナダ海軍が之を応援した。

6月に入るとU ボートの活動区域は増したが損害は57隻29.6万屯に減じた。6月23日HX133船団は5隻を失つたがU ボート2隻を沈めた。この時は方位測定によつて船団がU ボートに発見されたことが判つたので、護衛艦は駆逐艦1、コルベット3から駆逐艦2、スループ1、コルベット10に増勢された。その代り2つのOB船団が裸になつたが、幸いその一方は無傷、他方も1隻を失つたのみであつた。

6月22日ドイツはロシアに侵入したので英国侵入の心配は薄らぎ、航空機及び艦艇を大西洋の護衛に回させた。一方ドイツ航空機は東部戦線へと分散し、船舶に対する航空攻撃は爾後减小した。

行動中の潜水艦数は7月、8月と増加したが戦果は各月23隻9万屯前後であり、大西洋に行動中のU ボート1隻の1ヶ月の商船撃沈数は1隻以下であることを示した。7月にはU ボートは戦場を東へ移して25°Wとアイルランドとの間で東西船団と南北船団の双方を襲つたが大した成功はなかつた。又此の頃U ボートは船団に対する遠巨離発射を行つたようで、護衛艦をも一緒に攻撃した。之は戦争初期には有効であつた。8月27日U570はHudson哨戒機から爆雷4個を受けて降伏し、

英国の手に陥つて“Graph”と命名され、ドイツUボートに関する多くの貴重な資料を提供した。

9月にはUボートの活躍は激しく54隻 20.5万屯に上り、その70%は船団内で撃沈された。之は大きな3個船団に狼群攻撃が集中され大損害を被つた為であつた。然し之を前年9月に較べると40年には行動Uボート7隻で月間30万屯を沈めたのに対し、41年は35隻のUボートで20万屯しか沈めず、而も前年は殆ど反撃を受けなかつたのに本年は必ず反撃を受けるようになった。護衛艦の数は相変らず少く普通駆逐艦1、コルベット3乃至4隻でUボートの攻撃を阻止はできなかつたが、執拗な反撃によつて触接を振切ることができた。

沿岸航空部隊の活動のため、Uボートによる撃沈の75%迄は有効飛行圏(400哩)外で行われた。航空機は9月中45回発見し39回攻撃を行つている。又補助空母が船団護衛に使われ始めた。

9月、米国は護衛に参加し、10月には米駆逐艦が損傷又は沈没し始めた。10月中の損害は32隻 15.7万屯に低下した。Uボートは沿岸航空部隊の哨戒を恐れてあまり東方と北方に近寄らず、之がため時間と艦自身を無駄に失つた。例えば基地から800哩の哨戒圏内で沈没した船舶26隻中、14隻は600哩圏外、12隻が400乃至600哩圏で400哩以内はなかつた。11月の損害は12隻 6.2万屯に減じ、40年5月以来の最低を示し、その原因は巧妙な航路回避による処大であつた。

英国のリビア攻撃に対抗するためドイツは多数のUボートを地中海に割いた。12月の大西洋での損失は10隻 5万屯に減じたが、Uボートによる被害は大西洋の外に地中海でも起り始めた。日本の開戦後太平洋で7隻 4.2万屯が日本潜水艦に撃沈され、その他に太平洋地区で20万屯以上が失われたので、12月中の全損失は50万屯を超えた。

3.2 Uボート対策

3.2.1 船 団

当期初頭のUボートの活躍のため、英国船団は起点から終点までの全航程護衛の採用を余儀なくされたが、護衛艦艇の漸増とカナダ及び米国の加入によつて重大な弱化はなく、安全率は前記よりも向上し、月間4.100隻の船団船中、沈没は14隻(1%)であつた。1941年末のHG76船団も6隻からなる狼群攻撃を受けたが、損害は2隻なのに対しUボート4隻を撃沈し、十分な護衛さえあれば狼群も打破することができることを示した。但し本戦場で随伴して補助空母を失つた。

Uボートに攻撃された17ヶ船団から得た「平均被攻撃船団」の成績によると、平均船団は4.2隻のUボートに攻撃され、その2.6隻は有効な攻撃を実施する。船団船4.6隻が雷撃され、毎回の攻撃では1.7隻が被雷する。来攻したUボート4.2隻中、3.2隻(76%)が海空の護衛から反撃され0.65隻(15%)が沈没する。

船団の構成は前期と大差なく、HX船団の最低速力は9乃至10節、SC船団のそれは7½節であつた。41年7月、大西洋を横断する15節未満の船舶は凡て船団に入ることが要求された。英国から海外に向うOB船団は北方を通つてハリファクスに向うONと南方のフリータウンに向うOSとに分れた。7月には船団中にCAM船が採用された。之はカタパルトを備えた商船で戦闘機を射出して偵察を行うものである。8月にはロシアに対する最初の船団がアルハンゲルに向つたが同年中は此の船団には被害はなかつた。

3.2.2 航 空 機

当期初頭、航空機の対潜攻撃法改良の要が切望され、沿岸部隊司令部の科学者と海軍の代表とで委員会を組織して本問題を検討した。

分析の結果、航空機によるUボート攻撃中の35%の場合は、Uボートは爆雷投下時未だ見えており、15%の場合はUボートが潜没して30秒以内である。問題解決のため之等水上又は水面近くに居るUボートに集中することになり、攻撃法爆雷調定深度及び間隔（Spacing）を改正して、之等情況に適応させることにした。即ち41年6月沿岸司令部は全爆雷の調深を50呎、間隔を60呎とし、1ステイツクで全爆雷を投下するよう指令した。演習と訓練も推進され投下点の誤差半径は20呎以内が要求された。

此の改正の結果は著しく現われた。当期の航空機によるUボートの月間発見数は27でその中攻撃数は18回であつたが、攻撃がUボートに少くとも若干の損害を与えた率は前期の10%から本期は25%に向上した。航空機攻撃の敵に対する致命率は大差なく、攻撃の中Uボートを撃沈したのは24%に過ぎなかつた。期末には調深50呎も、水上にある敵に対しては過大であるとされ25呎に改められた。

Uボートの西方移動に伴い飛行時数は減つたがビスケー湾の成果が注目を惹いた。即ち9月から11月に36回の攻撃が行われたが、之は3航海に1回の高率であつたのでUボートは12月には湾横断は昼間潜航を余儀なくされ、所要時間を増した。又レーダー装備機によるビスケー湾の夜間飛行哨戒が開始された。

41年中期に英国は米国の Liberator を多数入手し、遠巨離哨戒と船団護衛とに両用した。当期の飛行法の特徴は、前期の緊密な船団直衛に代り、触接するUボートを押込むための防禦掃航が用いられたことである。

3.2.3 科学と技術

水上艦艇対潜兵器として41年末にヘツジホツグが生産に移された。之は次の3重点がとり入れられているので爆雷のパターンより潜水艦を撃沈する公算が大きい。

1. 前投であること。之によつて盲目秒時が45乃至90秒から15乃至20秒に減じた。
2. 多数の小爆薬よりなること。300ポンドの高性能爆薬（致命巨離21呎）1個は30ポンド（致命巨離6呎）10個の場合に比し半分の潜水艦撃沈公算しか持たない。爆薬量の最低限度は、それが目標面で爆発した場合Uボートを沈める適当な公算を持つ量である。
3. 触発であること。触発信管は全深度を掃過できる。之は当時の対潜兵器が深度測定ができなかつた見地から特に重要なことであつた。

然しヘツジホツグの利点に対し、爆雷はその大爆発力によつて、致命巨離外の場合もUボート乗員の士気を低下させ、且つ艦に激しい震動を与えるのに対して、ヘツジホツグは命中しなければ爆発しないから、之等の利点がないことを考慮しなければならない。

レーダーも訓練と知識が深まるにつれて期待に副うようになり、新式の271型が英国コルベツトに積まれ始めた。之は10種波のビーム式で対潜には極めて有効であつた。当期のUボート探知平均巨離は4,000碼、最大7,000碼であつた。

沿岸航空部隊は夜間Uボート照明のため Wellington 機に探照灯を使い始めた。

3.2.4 Uボートの撃沈

月間撃沈数は漸増し41年12月には13隻と最高を示したが、建造数の増加が遙かに之を上廻つたため、行動艦数に対する撃沈比率は前2期より低下した。

当期の9ヶ月間に44隻のUボートが失われたが、その30隻(独22,伊8)は大西洋で、13隻(独6伊7)は地中海であり、日本潜水艦も1隻太平洋で失われた模様である。又2隻のUボートはバルチック海で訓練中衝突沈没した。

水上艦艇がUボート撃沈には最も有効で大西洋の撃沈数30中20を沈め、2隻は艦艇航空機協同攻撃の結果撃沈した。2隻は航空機により、1隻は潜水艦の雷撃により沈没し、残り5隻の原因は判らない。

1941年の後半6ヶ月間には水上艦艇に攻撃を受けたUボート3隻に1隻の割で少くとも被害を受け、被攻撃Uボート7隻に1隻の割で沈没した。

3.3 成果の調査

3.3.1 Uボート側の観点

当期の大西洋における平均行動艦数は約30隻で前期の3倍に上り、北大西洋船団に対する狼群戦術に主力を注いだ。之がため連合国に全航程護衛を強いたが英国の補給遮断には失敗し、期末には他海域へ移動の兆候を見せた。

Uボートの行動艦数は前期の3倍になつたが、大西洋における月間平均撃沈船数は34隻16.6万吨と前期より25%減じた。之は行動中のUボートは1隻当月平均1隻強、5.500屯しか撃沈しないことを意味し、前期の $\frac{1}{4}$ にしかならない。此の低下は航団の避航の成功と、Uボート乗員の急増を反映しており後者はUボートがその初回の行動で沈没する率の多い結果を招来している。船団の避航の結果護衛艦とUボートの接触の機会を減じ、Uボートの平均安全率は向上した。大西洋においては行動艦30隻中、月間平均 $\frac{3}{4}$ 隻が撃沈されるから、その行動寿命は9ヶ月となり、前期の2倍以上となつた。Uボートは撃沈される迄に平均10隻5万吨を沈めているから、その行動寿命の伸延にも拘わらず交換率は前期より40%減小し、Uボートの船舶撃沈率の低下を示している。

ドイツの航洋型Uボートの就役数は急増し、当期初頭の54隻から41年末には約200隻に達した。当期中の就役数174隻に対し喪失は僅か28隻である。数だけから見ればドイツUボートは著しい脅威となつており、その経験が増すに従つて実力も急増するものと考えられた。

3.3.2 連合国側の観点

月間の連合国及び中立国の船舶喪失は36.3万吨に減じ、建造は17.5万吨に増したので、純損失は18.8万吨と前期に比し45%減となつた。

月間喪失36.3万吨中、敵の行動によるものは32.3万吨であつた。その中Uボートによるもの17.5万吨で54%、航空機によるものは7.5万吨に増したのに対し、水上艦艇によるもの1.7万吨機雷1.9万吨と何れも減小した。その他の原因3.7万吨である。

全使用可能船腹は期首の3500万吨から期末3330万吨に減つたが、喪失傾向の上昇は止つた。外航護衛用の英国対潜艦艇数は期初の375隻から期末の500隻に増した外、米国の加入により駆逐艦175隻が上記に加わつたが、その多くは太平洋に転用された。

HP『海軍砲術学校』公開史料

守勢の見地からすれば連合国船舶の最大脅威であつたUボートは当期の大西洋海戦で打破られたように見える。Uボートは船団発見に困難を感じ、発見しても護衛艦は狼群に大損害を与えた。Uボートによる船舶喪失数は、Uボート行動数から見ればかなり良い数値に止められ一方建造は漸増した。然し攻勢の見地からすればUボートは依然比較的安全であつた。航空機が逐次効果を現わし始めはしたが、船団護衛の水上艦艇がUボートに対する唯一の脅威であつた。故に1941年末における大西洋海戦の概況は第一次大戦末期と同じく船舶の喪失は止つたが、Uボートは比較的安全に行動していた。

第 4 章

第 4 期 米国東海岸における大量撃沈 (1942年1月-1942年9月)

4.1 U ボートの攻勢

ドイツは当期頭初 200 隻の U ボートを持ち月 20 隻の割で就役させた。大西洋における行動数は 42 年 1 月の 22 隻から 9 月には 93 隻に増した。その外に地中海に 20 隻、バレンツ海 (北氷洋) に 20 隻が配されて、リビアの連合軍とロシアに対する補給遮断に従事した。日本は当期初頭 75 隻の U ボートを持ち太平洋とインド洋で作戦していた。

然し主戦場は依然大西洋であつたが、護衛船団に対する U ボートの戦力は益々低下したので U ボートは連合国の防禦の薄い所を狙い、逐次西進して 42 年 1 月米国海岸に達した。

米国は太平洋における戦いと、大西洋渡洋船団に兵力を送っているため、本国沿岸の U ボート攻撃を阻止する備えができておらず、部隊は経験と訓練が不充分であつた。対潜兵力が少ないので内航船団ができず 42 年の初期は長い海岸線を哨戒するに止まり、U ボートに対する攻撃回数は多かつたが効果は少なかつた。

米国沿岸に行動した U ボートは約 20 隻でタンカーと大型貨物船を好んで攻撃し、船団を避けた。1 月には東部海域 (合衆国大西洋岸) で 14 隻 10 万トン、カナダ沿岸及びバミューダ海域で 5 万トン、太平洋及びインド洋における日本 U ボートによるもの 5 万トンで計 61 隻 32.4 万トン達し、それ迄の最高を示した。

2 月は更に悪くて 82 隻 47 万トンに達し、その 90% は米国沿岸で沈み、U ボート数は増し、活動海域は南方カリブ海に及んだ。タンカーは依然第 1 目標で、西インドとベネズエラ油田の往復が狙われた。3 月は U ボートは同じ戦法を続けて 94 隻 53.2 万トンを沈めた。東部海域が最高で 15 万トン以上に達し、牽制の意味らしくフリータウン海域で 5 万トンが沈められた。4 月には米国の攻撃力も漸増し U ボート攻撃数も米国戦略海域において 1 月の 15 件から 4 月の 60 件に上つた。同月には U ボートはブラジル沖に進出し 3 隻が多分イタリーのらしい U ボートに撃沈された。

5 月中旬には米国海軍は東海岸の船団護衛を開始したので、その効果は直ちに現われて東部海域の被害は 2.3 万トンに減じた。U ボートは必然の結果として南下して、カリブ海とメキシコ湾の独航船を狙つた。メキシコ湾に活動した U ボートは僅か 4 隻であつたが、5 月中に 41 隻 22 万トンを撃沈した。同海域に行動した船舶は 75 隻であつたから、その平均寿命は 2 ヶ月以下であつた。カリブ海での損失も同月 17 万トンに達し、東部海域での減小にも拘らず米国戦略海域での損害は 116 隻 56.7 万トンのピークに達した。5 月の全世界の損失も 124 隻 60.4 万トンと、それ迄の最高値に達した。

6 月には 141 隻 70.7 万トンの記録を示したが、5 月よりの増加分は主としてインド洋就中モザムビク海峡における日本 U ボートの戦果 7 万トンによるものである。米国戦略海域の損害は前月に変わらずメキシコ湾では減つたが、カリブ海では増した。ドイツは 1,600 トン型機雷潜による米国岸敷設作戦を始めた。同海域で U ボートに対する攻撃が 100 回以上行われ、中 3 回は撃沈の戦果を収めた。

7 月には米国東岸の航行船の大部は船団を組んだので U ボートによる被害は激減し、U ボート行動隻数は 45 隻と、それ迄の最大数に達したが戦略海域内における損失は 32 万トンと、前月の半分以下

となつた。米国の対潜艦艇は4月の68隻から7月には134隻に、対潜機は4月の350機から7月には580機に増し、米戦略海域における撃沈Uボートも7隻に達した。

米戦略海域における減小の結果7月の全被害は94隻47.2万屯に減つたが、フリータウンとアゾレス海域の損害は各5万屯に増し、又バレンツ海も損害を激増しPQ17船団の如きはUボートのために10隻6.2万屯を失つた外、航空機のため13隻を失い、更に水上艦来襲の虞があつたので船団は分散避退した。

8月は少し増して108隻54.4万屯になつたが、その原因は米戦略海域内のUボートの活躍で被害は84隻40.7万屯に達し、その半数以上はカリブ海における損失であつた。主としてタンカーが狙われ、トニダツド東方では独航船23隻中20隻が撃沈された。ブラジル沖でも7隻が沈められた。米東岸での活動が困難となつたのでUボートは再び大西洋横断船団を基地航空機哨戒圏外に襲い始め、20隻12万屯を沈めた。之等の攻撃に際しHF/DF方探がUボートの存在を初めに探知して船団側に準備態勢をとらせ、又艦載10種波レーダー(SG及び271型)も夜間の発見に役立つた。之がためUボートは一時夜間襲撃を中止して昼間潜航襲撃に移つた。1発射で5隻の船が雷撃されたこともあるので、昼夜間共船団の縦陣間隔を1,000碼に開くように改められた。

8月中のUボート撃沈数は20隻と、最高値に達し、その12隻は大西洋5隻は地中海、3隻は太平洋においてであつた。アイスランド南東で米国PBVに撃沈されたU464は1,600屯補給艦であつた。この型はUボートの行動力を増すため燃料補給を行うもので6ヶ月行動を行うものであつた。

8月末にはニューヨークも船団出入港となりHX, SC船団の出発、ONの受入れに当つた。又、9月に船団の直接防禦ではなく、Uボート撃滅を主任務とする臨時増援部隊が英国護衛艦10隻で編成された。

9月の被害は少し減つて99隻49.6万屯でトニダツド東方、アゾレス、フリータウン海域、北西大西洋等に多かつた。北西大西洋の被害は20隻11万屯でON127船団は5乃至6隻のUボートに4日間に亘つて攻撃を受け護衛艦1隻と船舶11隻が雷撃を受けた。ロシア航路も激しい攻撃を受けたが護衛空母Avengerが活躍した。カリブ海域の被害は27隻13万屯に減じたがポーキサイト船が集中攻撃を受け、トニダツド東方がその焦点となつたが対潜機不足のため航空護衛が充分でなかつた。同方面の使用機は英空軍のHudson機で米空軍のB18が増援された。Uボートの潜在する船団航路の攻勢掃蕩が重視せられ数回の攻撃が行われ1隻を撃沈した。9月に至つて同方面のUボートは減小し始めたので開戦後9ヶ月にして米国は船団護衛と航空護衛及び哨戒の確立により、沿岸におけるUボートの被害から免がれ始めた。

4.2 Uボート対策

4.2.1 船 団

1942年1月からUボートは東大西洋と渡洋船団攻撃から西大西洋の無護衛船攻撃に転じたので、42年の前半6ヶ月間のUボートによる沈没船中船団船は10%に過ぎなかつた。此の率は7月から9月にかけて米国沿岸航行の大部分が船団化されてUボートが再び渡洋船団に向うに及んで30%に増した。

開戦の初期から船団が被害局限の唯一の対策であつたことは判つていたが、米国は渡洋船団護衛

と太平洋作戦のため42年初頭には沿岸船団護衛ができなかつた。之が対策として英国は対潜トローラー24隻を米国海域に割当て、又コルベツト10隻を米国に譲渡した。更に渡洋護衛方式を再編し、米英加の全対潜艦艇をブールして単一の方式で使用した。

護衛艦の増加と融通により米沿岸船団は5月から開始されたので、英国は護衛の余力を以つてカリブ海船団を始めることができた。メキシコ湾、セントローレンス湾の船団も開始された。8月末から船団は次のように整理された。

ニューヨーク、ガンタナモ間	往 NG	復 GN
ガンタナモ、トリニダド間(キユラサオ経由)	往 GAT	復 TAG
ニューヨーク、キーウエスト間	往 NK	復 KN

42年の5月から9月までの5ヶ月間米沿岸で月間1,800隻が船団航行し、撃沈されたものは12隻で1%以下であつた。同年9月までの9ヶ月、外航船団は月平均1,000隻で被害は15隻で1.5%であつた。(外航船団に較べて航程が遙かに長い)当期におけるロシア往復船団は被害多く月間航行船34隻中3隻がUボートに撃沈され(9%)た外、航空機及び水上艦による被害もかなりあつた。

船団の効果は米沿岸において下のように明瞭に示されている。即ち当期中米戦略海域に行動した船舶は約600隻であつたが

期 間	船団船の率	Uボート行動数	月間被害		Uボート1隻の撃沈隻数
			独航船	船団船	
1月乃至6月	40%	30隻	20%	4%	2.7隻
7月乃至9月	80%	50隻	33%	6%	1.4隻

あとの3ヶ月で独船船、船団船共に被害率が増したのにUボート1隻の戦果が半減したのは、主としてあとの3ヶ月間には約40%の船が船団編成のため極めて低率の被害を受けたのに対し、前6ヶ月間には独航のため高率の被害を受けたことによるものである。

独航から船団に移つたので攻撃側のUボートの損害も増した。米戦略海域ではじめ6ヶ月の月間喪失数は1.5隻であつたものが、あと3ヶ月には船団護衛兵力のため4.5隻に増した。

4.2.2 航空機

1942年初期、米海軍は使用可能な全飛行機飛行船を沿岸対潜戦闘のために送り出し、更に陸軍の第1爆撃隊の援助を受け、同隊は海軍の指揮下に入つて哨戒と護衛に従事した。次に登場した陸軍航空隊は海上捜索開発隊(SADU)で対潜戦闘用の戦術と操作の開発及び一般海上偵察を行つた。同隊は英国から借用したB24を2機持ち、それにはDMS-1000と云うマイクロウエーブと、最初の航空機用PPIが装備されていた。その他に民間航空哨戒(CAP)が巨岸100浬以内に行われた。

米東部海域における陸海軍の飛行時数は42年1月に5,000時間であつたものが7月には25,000時間のピークに達した。メキシコ湾海域は、船舶被害がピークであつた5月の7,000時間から7月には12,000時間になつた。両海域のUボートは7月以後は減小した。カリブ海域では4月の5,000時間から9月には10,000時間になり同月以後Uボートは減小した。

当期中、月間平均30回のUボート攻撃を行つた。前半の4ヶ月の平均は12回であつたのに対し後半の5ヶ月は平均45回に増した。その中、20%は何等かの損害を与えたが、撃沈確実は全攻撃数の

2%に過ぎなかつた。攻撃高度は約150呎で、爆雷の調深は最初は50呎であつたが、之は浮上潜水艦に対しては深過ぎたので42年末期から25呎に改められた。又前進力を殺ぎ且つ跳弾になるのを防ぐため扁頭弾が用いられた。

英国沿岸航空部隊は42年頭初頃から25呎調定を始めた。その攻撃高度は約50呎であつた。損害を与えたのは全攻撃回数の20%で、その4%はUボートを撃沈した。

42年の初期には同隊はUボートに対し攻勢哨戒を行い、スコットランド北部とビスケー湾に行動した。後者は同年前半の5ヶ月間僅かに月平均600時間しか飛行しなかつたが月間7回、Uボートを発見し之に昼間潜航を余儀なくさせた。6月には同隊でサーチライトとMKIIレーダーを装備したWellington機10機が活躍し始め、6月中にビスケー湾を190時間飛行したが7回Uボートを発見し、その5回は攻撃を加えた。此の成功は夜間フランス漁船に妨げられながら行われたものである。6月から9月までの同湾における飛行時数は月間3,400時間に達し、発見回数30(1,000時間につき9回)、攻撃回数23で同湾横断のUボートの43%は発見されたことになり、この4ヶ月に5隻のUボートが撃沈された。

此の対策として敵は哨戒機の邀撃を始めたが英国はBeaufighter機で之に対抗した。

4.2.3 科学と技術

ドイツは英国レーダーを入手し、42年10月には「米」波の逆探(GSR)がUボートに装備され始めた。又同年後半ソーナーに偽目標を与える発泡装置(SBT)がUボートに使われた。

42年初期防雷網(AND)が11節以上15節未満の新造商船に装備され、早期の試験の結果、発射魚雷の50%を阻止すると言われた。

42年3月、ヘッジホッグの炸薬はTNTの1.7倍の威力のTorpexに代つた。同年中期米国は小艦艇用のマウストラップを使用し始めた。航空磁探(MAD)も当期に発達したが有効巨離は500呎であつた。

4.2.4 Uボートの撃沈

当期の敵の損失は78隻(独50, 伊17, 日11)で、大西洋におけるものが40隻(内米戦略海域21)地中海11, 極東3, バレンツ海2, その他である。

水上艦艇は依然Uボート撃沈の首位を占めて34隻(44%), 海空協同によるもの6隻(8%), 航空機によるものは躍進して19隻(24%)となり、場所は大西洋と地中海であつた。潜水艦も太平洋と地中海で14隻(8%)のUボートを沈め重要な位置にのし上つた。

米国戦略海域では当期中水上艦艇によるUボート攻撃が360回行われ、その12%は何等かの損害を与え、その中4%は撃沈している。英国は北大西洋と西地中海で攻撃数106回何等かの損害を与えたもの25%, その中のUボート撃沈率は10%である。

4.3 成果の調査

4.3.1 Uボート側の観点

当期は戦争中を通じてUボートが最も成功を収めた期間で全世界で船舶878隻458.7万屯(月平均98隻51万屯)がUボートのために失われ、その90%は大西洋であつた。Uボートの喪失は78隻(月平均9隻)で、1隻に対する交換率は11隻5.9万屯であつた。

日本Uボートは当期中に76隻（インド洋48，太平洋11）を沈め、11隻を失い（全部太平洋）1隻の交換率は7隻であつた。バレンツ海では15隻に対し2隻，地中海では17隻に対しUボート21隻を失つた。

大西洋ではUボート平均行動数は57隻で前期の2倍，成果は月間85隻45.6万屯で前期の2½倍であつた。その85%は米国戦略海域の弱点に向けられた。行動Uボート1隻の月間撃沈数は1½隻8,000屯で前期を50%上廻つたが，Uボートの第1人者が作戦した第2期（40年7月-41年3月）の月間4隻よりは遙かに低い。

当期に大西洋で行動したUボートは，他の期に較べて安全であつた。即ち行動中の57隻中月間4隻が撃沈されたので平均寿命は13ヶ月の最高し，平均1隻が当期中大西洋で19隻10万屯を自分が沈む迄に沈めたことになる。之は前期の2倍で戦時中の最高である。此のレコードは主として米国戦略海域の弱点に対する攻撃で作られたもので大西洋に行動したUボート57隻中37隻が該海域に行動し，月間71隻37.5万屯を沈め，Uボートの損害は月間2½隻であつた。

42年前半にはUボートは米国東部及びメキシコ湾海域で最大の成果を挙げた。Uボート数は7月にピークに達し東部に8隻，湾海域に6隻に達したが，それ迄に大部分は船団航行を始め，水上及び航空哨戒は各Uボートに月間2回以上攻撃を加えたので船舶被害は減小し，Uボート数も7月に降減り始めた。カリブ海では上記の攻撃回数を得られたのは8月であり，被害が減り始めたのは9月で，同月のUボート数はピークの10隻になつていたが，その後減り始めた。

米国東岸の船団編成と航空護衛強化のためUボートは他の弱点に向い，北西大西洋の連合軍の航空護衛圏外で渡洋船団を襲つた。当方面行動のUボート数は42年前半の7隻から8月9月には14隻に増し，各月10万屯の損害があつた。

ドイツは潜水艦戦強化には有利な状態にあつた。即ち航洋型Uボートは42年初頭の200隻から期末には350隻になつた。之は就役200隻に対し喪失は50隻に過ぎなかつたからである。加うるに艦長と乗員は西大西洋における作戦の成功で著しく経験と自信を深めた。

4.3.2 連合国側よりの観点

連合国及び中立国船の損失総計は月間70万屯と，前期の2倍に増し，戦争中の最高に達した。幸い建造量も月間51.5万屯に増した。之は米国建造能力の躍進によるもので同国の建造量は42年1月の10万屯足らずから9月には70万屯に達した。之がため純損失は月間18.5万屯に過ぎなかつた。

70万屯の月間損失中敵の行動によるものは65.5万屯であつた。その中Uボートによるものが51万屯（78%）で今迄になく高率を示し，航空機によるもの6.7万屯（10%）水上艦艇によるもの3.9万屯，機雷によるものは僅か1.1万屯であつた。

使用可能船腹は当期初頭の3330万屯から期末には3160万屯になつた。中でもタンカーの被害は著しく，月間19万屯が沈められるのに新造は7万屯である。之がためタンカー船隊の総船腹は100万屯，即ち期初勢力の10%が失われたことになる。

外洋護衛艦の数は期初の670隻から期末の745隻に増した。之は主として駆逐艦の完成60隻によるもので，補助空母12隻も当期に完成した。然し当期々末のUボートによる重大危機のため米国は，1943年度に500隻以上の護衛艦を作ることになり，その半以上はDEであつた。

HP『海軍砲術学校』公開史料

当期，西大西洋においては連合国は大被害を受けたが，船団と航空機は期末迄に U ボートを米国東岸から駆逐した。次期の連合国の重大関心事は米国から英国への物資補給の流を維持し，特に北大西洋船団の安全を確保するにあつた。U ボート戦の挫折が戦争を終らせはしないが連合国が先づ U ボートを壊滅させなければ勝利を克ち得られないことが次第に明かになつてきた。

第 5 章

第 5 期 北大西洋海戦の大狼群戦術（1942年10月 - 1943年6月）

5.1 U ボートの攻勢

当期初頭までに U ボートは米国沿岸から駆逐されたが、船舶の被害は前期と略同じレベルを保ち大西洋がその85%を占めていた。当期の大部に亘つて U ボートの行動数は 100 隻を超え、之が戦略的に重要な北大西洋船団を北西大西洋において猛攻すると共に カリブ海、ブラジル沖、フリータウン、南東大西洋等に牽制攻撃を行い、対潜兵力の分散を図つた。

10月の U ボートによる被害は93隻 61.4万屯に達した。北大西洋の U ボートは9月の14隻から10月には22隻に増し、之等が24隻の船舶を航空機の哨戒圏外で撃沈した経験上、航空護衛を有しない船団は集中攻撃によつて甚しく編成が乱れ、救助作業及び、修正運動等のため護衛艦の攻防力を妨げる。之に反し1機か2機の護衛機が数時間上空にいるだけで集中攻撃の拡大を防いだことが再三再四あつた。

10月中のいま1つの出来事は U ボート作戦が南東大西洋即ちケープタウン海域で始まつたことである。此の新狩場には6隻宛よりなる2群が行動し、アフリカ南端を回つて、さきに日本 U ボートが著しい成功を収めたインド洋南部に達した。此の方面の船舶は独航で而も重要貨物を積んだものが多かつた。

10月11日の被害は Torch 作戦、即ち北アフリカ上陸作戦の成功によつて償われた。此の最初の軍隊輸送船団の安着のために努力が払われ、敵は之を予知して大西洋の U ボートの多数をアゾレスとマデイラの東方に配し、SL125 船団の如きは6隻の U ボートのために4日間に12隻を失つた。然し攻撃軍船団はジブラルター到着迄に30乃至40隻の U ボートの集中海域を通らなければならなかつたのに U ボートによる被害はなかつた。西地中海の U ボートは11月8日の10隻から同月11日には20隻に増した。Torch 作戦における U ボートによる被害は船舶 84,000 屯と軍艦 6 隻であつた。敵による全被害は 13.4 万屯であつたが、フランスの港に到着した 18.1 万屯によつて償われた。本作戦中 U ボートに対する防禦に成功した外、11月中、地中海で U ボート 15 隻を撃沈した。此の成功の一大要素はジブラルターからする嚴重な航空護衛で U ボート発見 110 回中 64 回は攻撃が加えられた。

北アフリカ上陸の成功とは反対に11月中の船舶損失は 86.2 万屯と戦争中の最高を示し、その中で U ボートによるものも 116 隻 71.2 万屯と最高に達した。10月と11月に撃沈された船舶は大型高速独航船で U ボートの攻撃に対しては安全と思われていたものであつた。北西大西洋での被害は 26 隻 14.4 万屯、南東大西洋は 23 隻 12.7 万屯、カリブ海は 34 隻 21 万屯であつた。

12月の U ボートによる被害は62隻 34.4万屯と前月のレコードの半以下に低下した。その原因は種々の要素、即ち U ボートの西地中海への集結、連合国のビスケー湾基地の猛爆、海空護衛の効果、天候及び運航上の幸運等の集積であつた。

然し ONS 154 船団は北大西洋の南方航路で、飛行圏外において約20隻から成る狼群に4日間追跡され14隻を失つた。此の戦斗で海空の護衛の重要性が示され、水上護衛艦は 2:1 と圧倒的に優勢な敵に対しては防ぎようのないことが判つた。北方航路は航空護衛の利はあるが、時間が掛り悪天

候に悩まされる欠点があつた。

1月のUボートによる被害は更に35隻20.3万屯に減じたが、天候の不良がその一原因であつた。

大西洋には100隻以上のUボートが行動し、そのまは北西大西洋で重要軍需品を積んだ北大西洋船団に集中した。デーニッツ元帥がドイツ海軍最高指揮官になり、大西洋における潜水艦戦の限界点が近づいたことが明かになつた。

基地航空隊の要求に応じ2,000乃至2,500哩を飛ぶ大遠距離(VLR)機が使用され、天候の障害を受けながらもグリーンランドから飛行した。2月には被害は63隻35.9万屯に増し、その半数は北西大西洋で起つた。Uボートは約20隻の大群をもつて大胆に攻撃を行つた。

3月の被害も107隻62.7万屯に上つた。北西大西洋に行動するUボートも50隻に上つて38隻を沈め隣接の北東大西洋でも15隻を沈めた。同月の被害のまは船団船で、その船隻の喪失は月間40万屯であつた。戦果拡大の原因は攻撃数の増加によるもので、護衛艦の防禦力の低下によるものではない。

HX229船団とSC122船団と一緒に航行中に40隻と云う大狼群に攻撃され、20隻を失つた。然しその最終日たる3月20日を境として商船撃沈数は減り始めた。即ちニューファウンドランド、アイスランド及び、英本国よりするVLR飛行の外に護衛空母及び、商船空母(MAC)が使われ始めた。MACは商船を改装して4機のSwordfishを発着させ得るものである。3月にワシントンで開かれた大西洋船団会議では、渡洋船団は英国とカナダがその安全に対する責任を持ち、米国はそれを援助する海空兵力を出すことに協定された。又英国沿岸部隊に相当する連合航空隊をニューファウンドランドに設けることに決定した。

4月にはUボート数は依然多かつたが、その成果は56隻32.8万屯と激減し、北西大西洋海域の被害は18隻10.8万屯と3月の半以下となつた。フリータウン海域では10隻が沈められ、南西太平洋では6隻が日本Uボートに沈められた。船舶の被害が減する一方Uボート撃沈数は17隻に増加し、護衛空母機も戦果を挙げ始めた。Uボートは状況の良い場合でも攻撃を強行しなくなり、一旦探知されると攻撃を放棄した。4月には北大西洋には5隊の支援隊ができ、その2隊は固有の護衛空母を持つていた。VLRも30機を超え、又HF/DFの連合訓練も進み、海空護衛部隊との協同も著しく改善された。

5月は大西洋海戦の「やま」であつた。大西洋に行動するUボートは120隻に達し、その半数は北西大西洋に集中していた。その決定的な戦闘はONS5船団と狼群40隻との間で戦われたものであつた。船団は約30隻で落伍船が4隻あり、護衛艦は約8隻であつた。5月4日、HF/DFが先づUボートを探知し、カナダ空軍機は悪天候を冒して同日午後護衛を行つて2回攻撃を加えた。Uボートは正子過ぎに攻撃を開始し、5日中に12隻を撃沈した。撃沈数は昼間夜間各半数宛で、悪天候のため航空護衛は5日の午前1時間しかできなかつたが、夜に至り天候は回復し護衛は優勢になつて以後は攻撃は加えられたが被害はなく、Uボート少くも5隻を撃沈した。

その後若干の攻撃はあつたが、17日以後は45°N以北での被害は皆無となつた。5月中の総被害は50隻26.5万屯に減じ、北西大西洋の被害は僅か14隻でフリータウン、南東大西洋等で15隻が沈められた。之に対しUボート撃沈数は44隻となり、その38隻は大西洋におけるものであり、北西大西

洋が15隻、ビスケー湾が11隻であつた。基地航空機がその戦果の半以上を挙げ、護衛空母機も活躍した。

5月末にはUボート数は大西洋では約85隻に減り、大損害に耐えられず北大西洋戦場から撤退を始め、大西洋海戦敗北の証を見せた。優れた指導力と、戦術と、迅速な新しい行動及び攻防力の協同が、決定的な場所における適切な集中と、兵器の優勢と相俟つて勝利の原因となつたのである。

6月にはUボートは北大西洋船団の主戦場から退いて、多数が基地航空圏外のアソレス海域に移動した。その結果同月のUボートの戦果は20隻9.6万屯と1941年11月以来の最低を示した。北大西洋では1隻も沈まず、大西洋全域で7隻がUボートに沈められた外、7隻がインド洋で、6隻が地中海で失われた。Uボート攻撃も続けられたが、Uボートの配備換えのため撃沈数は19隻しかなかつた。航空機は依然大活躍してその中の10隻を沈めた。英艦 Starling の率いる第2護衛隊は3隻を撃沈し、訓練の積んだ護衛隊の対潜威力を示した。6月2日同隊はU202を探知し、爆雷12個を投入したが効果不明であつたので、電池力が消耗する迄制圧することに決し1隻が探知を続行し、残りは方形哨戒を行つた。Uボートは凡ゆる運動と努力をし、SBT（発泡装置）19個を発射したりしたが遂に14½時間後浮上したので直ちに砲撃沈し乗員を捕虜にした。

期末に際しUボートは北大西洋船団戦に完敗したことが明かになつた。連合国はUボートが基地の出入に通らなければならないビスケー湾近海の掃蕩に着手した。

5.2 Uボート対策

5.2.1 船 団

船団組織には大きな変化はなかつた。北アフリカ上陸後同地への補給のため米国、地中海間の船団(UG及びGU)が発足し、又米沿岸船団は42年12月以降Uボートの増加のためブラジル迄延長された。

然し独航船の航路には種々の変化があつた。当期の初めに、連合国はUボートがナタール(ブラジル東端)とダカール(アフリカ西端)の間に集結したため大西洋と喜望峰を經由して紅海とインドに至る航路を使用できなくなり、パナマ運河を通り、南米南端、喜望峰を廻る航路を使用した。Uボートが喜望峰を迂回するに及んで、インド洋航路の大部はバルボアからニュージーランド南端フリマントルを経て目的地に向つた。南太平洋は安全であり、インド洋にはUボートと攻撃艦がいたが、概ねこの航路は成功で1943年1月、地中海が事実上開放される迄続いた。以後は太平洋の迂回を避けて地中海が使われた。

当期のUボート攻撃は船団、それも主として北大西洋船団(ON, ONS, HX及びSC)に集中され、船団船のUボートによる被害は全被害に対し1942年の10乃至12月の30%から43年3月には67%に上り、同年6月、Uボートの北大西洋撤退に伴い25%に低下した。北大西洋航路には月間720隻が運航するのに対し、被害は21隻であつたから被害率は平均3%で、最高時に5%に達した。6月にはUボート撤退のため運航した850隻中被害は皆無であつた。

北大西洋船団に対するUボート戦略は、船団が飛行圏を離れる時之を発見するように哨戒を配し航空の空白地帯で点を稼いだ。Uボートの船団攻撃の隊形は(1)哨戒線、(2)偵察掃航、(3)攻撃配備の3段構えであつた。第1の哨戒線ではUボートは船団航路に交わる線上に約20分間隔で散開

し、その数は25隻に及ぶことがある。各艦は低速で線上両側及び線に直角に30分航程以内移動哨戒し、若し船団を発見したならば之をUボート司令官に報告し、司令官はそれを線上の各艦に伝える。哨戒線はUボートのグループが他の任務、即ち船団の攻撃とか、偵察掃航とかへ派遣するプールになる。

偵察掃航隊形を構成するにはUボート司令官は掃航区域、掃航開始時機及び参加艦を指令する。掃航区域の長さ150浬の場合は、10節で25浬間隔に平行航路を進む。Uボートの1隻が船団を発見すると司令官は攻撃隊形の整形を命ずる。Uボートは船団接近線上に半円形を作り、一度攻撃命令が下されると、相互に無線連絡を行うことはあるが、互の協調動作等は行わず真直に攻撃を行い司令官の命令がある迄続行する。

当初初頭北大西洋におけるUボート攻撃の分析によると、攻撃を企図した中の70%までが護衛艦のため挫折している。攻撃が成功した場合は毎回平均2隻が被雷している。攻撃が成功した場合Uボートが探知を免れる率は約1/2であり、レーダーがその探知の半以上を行つている。

5.2.2 航空機

船団防禦航空機の任務は、破滅的な攻撃を行うようなUボートの集結を妨げることにあつて、その方法は2つある。その第1は追躡され、報告された船団に対し狼群が集りつつある時は船団の遙か前線及び側方を防禦掃航することによつてUボートを撃沈するか、損傷を与えるか、或は少くとも低速で潜航させて船団から後れさせることができる。その第2は他のUボートを集めるべき追躡艦を潜航させて、敵の触接を断ち船団に避退航路をとらせるものである。

1942年末米海軍の欲したものは遠距離爆撃機の援護であつた。陸軍は之に代つて42年10月第1爆撃隊を拡大した第1陸軍対潜隊を編成した。12月には2ヶ戦隊が英国に送られてビスケー湾に行動し、3月には2ヶ戦隊がモロツコに送られて、地中海近海の米海軍を援助した。期末には更に陸軍2ヶ戦隊が英国へ、海軍2ヶ戦隊がアイスランドへ送られた。

期初にUボートがGSRを使い始めたので、マイクロウェーブレーダーが緊急必要となり、間に合わせて米国で14DMS-1000が急造されて英国に送られたが、年末には米海軍のAN/APS-2(ASG)レーダー(S帯)が使われ始めた。陸軍の之に対応するものはSCR-517であつた。

最初GSRが使われるとビスケー湾の航空機の攻撃力が急低下した。Uボートは充分潜航できる巨艦でレーダー装備機を探知するので発見攻撃回数は激減した。此の状態は43年1月一杯続き、飛行時間1,000時間に対する発見数は、Uボート航行数の少なかつた前期4ヶ月の9回に比し、僅か4回であつた。MKIIASVに対する搜索レーダーがUボートの夜間ビスケー湾航行を安全にし、湾横断中の被発見率は13%に過ぎず、この期間の喪失はなかつたようである。

然し2月にMKIIASV(S帯)が用いられるに及んで状況は変り、その10種波はUボートのR-600GSRでは探知できなかつたため、発見及び攻撃回数は漸増して7月に至つた。此の6ヶ月間の月平均飛行時数は5,500時間で発見61回、攻撃33回、5隻のUボートを撃沈した。1,000時間飛行に対する発見は11回に上り、湾横断中の被発見率は60%となつた。

ドイツは之が対策に窮し、Uボート戦術を色々変えた。その第1段は対空兵装の増加で4月以降、航空機に発見されたUボートは多くの場合水上に留つて応戦し、多数の航空機が失われたがUボ-

トの損害も大きく4月に4隻、5月には9隻が撃沈された。

探照灯と MKIII ASV を装備した Wellington 機がビスケー湾の夜間水上航行を甚しく脅かしたので、U ボートは昼間浮上充電を行うことに方針を変えた。之がため5.6.7月の発見数は激増し、6.7月にはU ボートは湾横断中1回は発見されるようになった。5月の発見数は、各海域合計213回のレコードを示し、攻撃136回中17回は致命傷を与えた。5月に撃沈された1隻は初めて Swordfish 機のロケット弾の犠牲になった。

次の段階はU ボートの集団航行で3隻から5隻より成り、6月中旬から開始された。発見隻数は変らなかつたが、攻撃回数は1機対1隻の場合に比して減小し、6月は発見60に対し攻撃は28であった。このやり方のU ボート側の利点は、航空機の発見が容易なこと、対空砲火が優勢なこと、及び戦闘機による防禦がやり易いこと等であつた。英海軍はその対策として航空機に協力する水上部隊を送り、数隻のU ボートを釘付けにして容易に捜索した。更に6月にはU ボート援護戦闘機に対抗するため Mosquito 戦闘機をビスケー湾に送つた。

航空機は当期中に、意の儘に攻勢に移れるようになった。爆雷は25呎調定が用いられ期末近くには水上状態に対する攻撃が多くなつた。月平均60回の発見があり、その25%は何がしかの損害を与え、10%は致命傷であつた。その他に航空部隊は基地の爆撃と機雷敷設を行つて基地補給施設を暴露させ、且つ基地滞留時間を延長させた。

5.2.3 科学と技術

当期の科学戦はレーダーが中心になつた。前述の如く Metox R-600 GSR は連合国の米波を探知できた。GSRの対策は連合国によるS帯10極波レーダーで、ドイツは損害増加の原因が判らず、超音波変調を考へてGSRにマジックアイの目視装置を附けたが効果を収めず、赤外線探知機や断続レーダー等を考へたが当期中は効果を見なかつた。最良だつたのは、潜航時脱さなくてよい固定式GSRアンテナであつたが、5.6月頃からGSRに対する信頼性が減つた。若干の艦にはレーダーが装備されたが、之等は主として狭視界時の攻撃用で、連合国側の逆探を怖れて使用をためらつていた。レーダー偽目標を多数放つレーダー気球もU ボートの或るものに使われた。

同様な認識不足が高周波方位測定機(HF/DF)に対しても見られた。HF/DFの艦内搭載が成功したので、42年11月以降は、それは護衛艦の主要装備となつた。U ボートは陸上HF/DFの精度を過大視したが長い間艦上HF/DFによる危険を下算或は無視した。之は彼等の通信状況に現われ、船団を探知する迄は嚴重な無線封止を行うが、一度探知すると之を緩めた。換言すれば、彼等はその配備を曝露するのを怖れたが、戦闘を開始した後は各艦の発信を危険視せず2月のSC 118船団攻撃時には72時間にU ボートは108通を発信した。

当期中防雷網(AND)に救われた船が数隻あつた。又ヘツジホツグ攻撃の成功も6件あり、初期の難問題が解決され、効果を顕わし始めた。

42年に近巨離深々度U ボートの探知保続の要求が強くなり、Q装置が完成した。之はソーナーに附属した小型高周波ソーナーで15°の俯角を持ち、水平面から45°以内の目標に対し良好な反響音が得られた。

消耗用ソノブイも当期中発達した。之は航空機から投下されて、聴音装置と受聴音の送信装置を

持ち、寿命は4時間であつた。

5.2.4 Uボートの撃沈

月間平均撃沈数は19隻、最大は43年5月の44隻であつた。期間中の総撃沈数は168隻で、今迄の期の何れに対しても2倍以上である。内訳はドイツ128、イタリー18、日本18、フランスヴィシー側4である。当期中の大西洋における撃沈数は112隻で北西大西洋43、ビスケー湾25であつた。地中海では37隻で中15隻は北アフリカ上陸の42年11月であつた。日本の18隻は全部太平洋である。

当期は初めて航空機によるものが首位に達して76隻(45%)になり、その外に艦艇と協同で10隻(6%)を撃沈した。この86隻中10隻は母艦機によるものである。艦艇によるものは59隻(35%)潜水艦によるもの17隻(10%)であつた。

水上艦艇の攻撃内容も向上を続け、大西洋と地中海では月間攻撃数60回、中25%は何がしかの被害を与え中10%は撃沈した。

5.3 成果の調査

5.3.1 Uボート側の観点

当期はUボート戦が最も力を入れ、そして決定的に敗北した決戦期であつた。世界中の月間船舶損失は前期より30%少く67隻39.4万屯になり、その85%は大西洋であつた。月間平均Uボート喪失数は全海域で19隻で前期の2倍以上であつた。従つてUボート1隻に対する交換率は3½隻、21,000屯で前期のまに過ぎない。

地中海ではUボートは44隻を撃沈し、Uボートの37隻が失われたが、之は大部分北アフリカ作戦の補助戦であつた。インド洋では日独のUボートが25隻を沈めたが之は前期の半分であつた。Uボートの喪失はなかつた、日本Uボートは太平洋で19隻を沈めたが己も18隻を失い極めて能率が悪かつた。

主戦場たる大西洋におけるUボート平均行動数は104隻で最高を示したが、月間戦果は57隻34.4万屯で、そのまは北西大西洋であつた。即ちUボート1隻の月間成果は½隻3,200屯と最低を示し前期のまに過ぎなかつた。之は北大西洋の狼群戦術は前期の効率を維持できなかつたことを示している。Uボートは殆ど護衛艦に勝つことはできないから20隻以上の狼群は比較的能率であつた。更にUボートの船団攻撃は水上進撃に依存したから航空護衛で打破られた。

大西洋の平均Uボートは、その能率の低下に加えて危険性が増し、それ迄の安全性増加の傾向が逆転した。大西洋では104隻の行動艦中間12½隻が撃沈されるので、その平均寿命は8½月で前期より約½方少い。その原因は連合軍航空力の増大と、船団への集中による護衛艦への曝露機会の増加によるものである。

従つて当期大西洋においては1隻のUボートは自分が沈没する迄に4½隻28,000屯しか沈めないわけで、この交換率はこれ迄の最低であり、レコードたる前期の½にしかならない。この低い交換率と5月の撃沈船数と略同数の大損害のため、ドイツは北大西洋船団攻撃を断念して撤退を始めUボート行動数は5月の60から6月の20へと減つた。

ドイツUボートの拡張も当期には低下した。建造所に対する爆撃のため月間増加は前期の20隻と同水準に止まつた。当期中に128隻のドイツUボートが沈没し多数が就役できなくなつた為、その

総数は期初の 350 から期末の 400 に増したのみである。此の数は依然大きな脅威ではあつたが経験を積んだ乗員を多数失い、その士気は振わなかつた。

5.3.2 連合国側の観点

連合国及び中立国の損失は月間49.1万屯で前期より30%方減つた。建造量は月間 102.6万屯と最高を示し損失の 2 倍以上となり、初めて純増 53.5万屯を見た。全船腹は 500万屯増して 3650万屯となり、船舶の危機は明かに過ぎた。期末における主要問題は損失を低率に保つて英国に対する補給を急ぎ大陸侵攻を促進するにあつた。

月間損失 49.1万屯中敵行動によるもの 43.6万屯で U ボートによるものが 39.4万屯とその90%を占め、航空機艦艇及び機雷によるものは著しく少なかつた。

外航用護衛艦艇は期初の 745隻から43年 6 月末には 950隻に達し、その中には新型 DE 50隻、CVE 25隻を含んでいた。この艦艇と大遠距離航空機の増加によつて連合国は敵 U ボートの凡ゆる努力を挫き、その常に新しい着想を持つて来るのに対して反攻に転じた。

第 6 章

第 6 期 航空機Uボートの復活を完敗させ長時間潜航を強制
(1943年7月-1944年3月)

6.1 Uボートの攻勢

北大西洋を撤退して6月を休止したUボートは7月再び攻勢に転じた。大西洋の85隻は北大西洋の戦略要点を放棄はしたが、それ迄に体験した抵抗の弱い各地に分散攻撃を行った。然し、その成果は僅か7月中44隻 24.4万屯で、それ迄の平均より著しく低かつた。最大の収穫はインド洋殊にモザンビーク、マダガスカル海域で15隻 8.2万屯を沈め、而もUボートの喪失はなく、インド洋におけるそれ迄の記録であつた。之にはドイツの1,200屯級巡潜6隻が活躍した。カリブ海とブラジル沖ではUボート15隻が行動し、リオデジャイロ沖に迄及び19隻を沈めたが、基地航空機のため9隻を失ひ狩場の1つを失つた。7月にはシンリー島上陸戦が行われUボートによる被害はなかつた。同月中地中海におけるUボートによる被害は僅か5隻であつたのに対し、Uボートは7隻を失つた。

7月のUボートの成果は斯く貧弱であつたのに対し喪失は46隻と、初めて撃沈商船数を上廻つた。この中大西洋での撃沈数は37隻で航空機が最も成果を挙げ、基地航空機が28隻、護衛空母が6隻を沈めている。護衛空母は基地飛行圏外を哨戒し、Uボートに大西洋上安全な場所をなくした。連合国対潜部隊はビスケー湾、英仏海峡海域で14隻、モロツコ、ジブラルター海峡で6隻を撃沈した。Uボートの昼間集団航行による対空射撃も烈しかつたが、それ等はよい目標になつたため航空攻撃の25%は撃沈の成果を挙げた。7月30日には3隻の集団を航空機で2隻、第2護衛隊で1隻を沈めたが、その中の2隻は補給潜水艦で、他で喪失した同型艦2隻と共に爾後のUボート作戦力を著しく阻害した。

8月にはビスケー湾横断は再び夜間短時間浮上充電に戻り、且つ航空基地から少しでも遠ざかるためスペインに接岸した。Uボートの復活は失敗し8月中は大西洋では、その第1週に赤道以南で4隻を沈めたに過ぎず、之にインド洋の6隻と地中海の5隻が加わつて15隻 8.7万屯に過ぎなかつた。大西洋のUボート数は60隻であつたが8月末には、殆ど帰途についた。その理由は、補給潜水艦の喪失とUボート自身の損害のため、カリブ海とブラジル沖作戦が阻害され、行動期間が2週間短縮したこと等にある。8月中のUボート撃沈数も、目標数の減小と敵の注意深い戦術の採用の割には25隻と満足すべきもので、中、航空機によるものが18隻であつた。

Uボートの休止は9月上中旬まで続いたので連合国はビスケー湾の出入路の戦いの主導性を握るため護衛隊をスペイン沿岸近くに進めたが、ドイツは無線操縦ジェット推進グライダー爆弾と云う新兵器で、之に重大な損害を与えたので護衛隊は撤退し、復活した北大西洋のUボート活躍に備えた。

9月19日北大西洋船団に対する追跡が始まり、英艦 Logan は始めて聴音魚雷 (GNAT 或は T-5) を受けた。同艦は HF/DF の探知確認のため派遣され、レーダーで目標を探知したが3,000碼で消滅し、予想潜航地点から1,200碼の所で魚雷を受け、艦尾を吹飛ばされたが港まで曳航された。

この船団は15乃至20隻のUボートの追跡を受けたが、更に3隻の護衛艦と6隻の商船を失った。此の攻撃では聴音魚雷による護衛艦の被害は大きかったが、船団攻撃は3回しか成功せず、而もUボートは攻撃を推進せず、探知されると直ちに水上高速か、水中深々度かで避退した。HF/DFも攻撃予知に効果の大きいことが立証された。

9月中の船舶被害は20隻11.9万屯で北大西洋6、ブラジル海域2、地中海6、インド洋6であった。インド洋の成果はUボート5隻によるもので、之等はペナンを臨時基地にしていた。Uボートの長時間潜航戦術のため撃沈数は10隻であったが9月末イタリー艦隊の降伏により29隻のイタリーUボートが連合軍の手中に帰した。

9月中の戦果を過大視したドイツは北大西洋船団攻撃を再興し、Uボート数は9月の50隻から10月は75隻に増し、その40隻以上は北西及び北大西洋海域に集結して狼群戦術時代を再現した。然しその結果は43年5月の時よりも惨憺たる敗北に終つた。先づUボートは連合国の航路回避のため船団発見に苦しみ、次にUボートは骨つてのような攻撃精神を失つていた。更にUボートの損害は莫大で、戦果僅か3隻に対して22隻を失った。航空機はその中の17隻を沈め、護衛空母機がその6隻を沈めている。10月中の全海域の被害は9月と大差なく20隻9.7万屯であったが、Uボートの活動は活潑であつたため、その撃沈数は27隻に上つた。かくてドイツは第2の試みである北大西洋船団攻撃を再び中止せざるを得なくなつた。聴音魚雷は初めの見込みに反して大した効果を収めず連合国は発音装置(米国名FXR、英国名Foxy)を曳航して回避戦術を行つてUボートを攻撃した。10月末には英国はポルトガルからアゾレスの使用許可を受け、直ちに航空基地を造つて大西洋航空護衛に大威力を加えた。

11月になるとUボートは主導性をとらんとする第3の試みとして根本的の戦術変更を行つた。10月中の航空機による大損害と、アゾレス基地とのため、Uボートは船舶攻撃よりも自己保全に重点を置かざるを得なくなり、昼間潜航、夜間浮上充電してその到達範囲内の船団の追跡攻撃のみを行うことになつた。之がためUボートの小群を船団予想航路に沿つて約1日航程間隔に配し、各群は一晩だけ攻撃を行うことになり、Uボートの機動性喪失を補うため敵遠距離偵察機によつて船団航路をUボートに通報した。この航空基地は概ねフランスにあつたので攻撃は英本国とジブラルター間の船団に対して行われたが効果は微々たるものであつた。

此の第3の試みの失敗によりUボートは当期の残余の期間は守勢に甘んじた。11月の被害は真珠湾攻撃以来の最低で13隻6.7万屯に過ぎず、パナマ海域で商船3隻とスクナー1隻が沈められたが北大西洋では被害皆無であつた。インド洋では4隻、地中海では3隻の被害があつた。ドイツ航空機は魚雷とグライダー爆弾を大規模に使つて地中海ではUボートよりも大きな脅威になり、11月中に7隻6万屯を沈めた。同月初め敵は地中海のUボート消耗を補うため5隻を送つたが、その3隻は撃沈された。

11月にはUボート18隻を撃沈したが、その戦果は航空機と艦艇折半であつた。第2護衛隊は忍び寄り攻撃(Creeping Attack)によつて2隻を撃沈した。此の攻撃法は1隻の対潜艦が遠距離から深々度潜航中のUボートを保続探知し、攻撃艦を導く。攻撃艦はUボートが気がついて大回避をしないようにこつそりと忍び寄つてその直上に至つて大爆雷攻撃を行う。同月中に北大西洋で米国航

HP『海軍砲術学校』公開史料

空機はインド洋に向う2隻の大型Uボートを撃沈したが、インド洋ではUボート1隻が沈むまでに平均5隻の船舶を撃沈していたので之で10隻の船舶を救ったことになった。

12月末から1月初にかけて、日本からドイツに帰る5隻の交通破壊船が北大西洋で航空哨戒に捕捉せられ4隻が沈没し、1隻だけ大破して帰国した。12月中の船舶被害は少く13隻8.7万トンに過ぎず、北大西洋には60隻の行動Uボート中の半数以上が集結したが被害は皆無で、成果は遠隔地に行動した少数のUボートによるものであつた。即ちインド洋で5隻、フリータウン海域で3隻、地中海で1隻、米沿岸で4隻であつた。然し昼間潜航のためUボート撃沈数も少く、7隻に過ぎなかつた。12月の船舶被害は2日のイタリー東岸バリ港の空襲に目を奪われた。同日敵爆撃機25は船舶16隻を撃沈し、10隻に損害を与えた。

1月のUボートによる被害も13隻9.2万トンで、その2隻は北大西洋、3隻がバレンツ海、8隻がインド洋であつた。北大西洋に集結した25隻のUボートは船団を求めて逐次東進し、アイルランド沿岸に至つたが成果はなかつたのに対しUボートは7隻を失つた。然し1月中のUボート撃沈数は昼間長時間潜航のため11隻に過ぎなかつた。大陸反攻を予期して相当数のUボートがフランス近海に配せられた。

2月の船舶被害は18隻9.3万トンで、その10隻はインド洋、6隻は地中海、大西洋は僅か2隻であつた。行動Uボート60隻中の約半数が北大西洋の英国西方に集結したが成果は挙らず却つてひどい反撃を受けた。即ち同月中のUボート喪失は22隻に上り、その10隻は北大西洋で沈没した。2月中の特筆すべき成果は第2護衛隊は20日に6隻のUボートを撃沈したことである。探知されたUボートは全部攻撃され、1隻撃沈には平均4時間と爆雷106発を要した。6隻中4隻は忍び寄り及び追跡攻撃により撃沈した。英国軍艦SpeyはQ装置を附した新型アスディックを装備し、147B型深度算定機により数分のうちに10個の爆雷パターンによりUボートを浮上の止むなきに至らせたことが2回もあつた。

2月には又MAD(航空磁探)によつて初めてUボートを撃沈した。Uボートはジブラルター海峡を昼間潜航最微速で潮に乗つて通過せんとし、海水密度の変化のため艦艇による水中測的を著しく困難にしたが、MAD装備のPBV2機が2月24日Uボートを探知し、後投爆弾と駆逐艦の爆雷及び砲撃と他機の深々度爆弾によつて撃沈した。

3月にはUボートの北大西洋船団航路への集結が解かれて北大西洋の任意の航路を妨害せんとする兆候が見られ、船舶被害は稍増して23隻14.3万トンになった。被害はインド洋が11隻で首位を占めたが、南インド洋で補給に當つていたタンカー2隻を撃沈したのでUボートは爾後の行動を阻害され、当期の残り2ヶ月間は被害皆無となつた。被害の7隻は大西洋各所で、4隻は地中海で、1隻はバレンツ海で起つた。Uボート撃沈数は23隻で、その中の2隻は第2護衛隊により各38時間及び30時間に亘る連続攻撃により撃沈したものであつた。

護衛空母機は大きな活躍を示し、そのタスクグループ護衛艦と協同して大西洋で9隻を撃沈した地中海での撃沈は5隻で、ツーロン基地のLiberator機が活躍した。ビスケー湾では陸岸至近で、Mosquito機が成果を挙げている。

4月のUボート行動数は、大陸反攻に備えてか、大西洋では50隻に減じ、各所に分散し、陸軍空

軍の作戦援助のための気象資料報告に重点が置かれたらしく、船舶の被害は9隻6.2万屯に過ぎずその7隻が大西洋、2隻が地中海であつた。然し4月14日、ボンベイ港内で火薬船が爆発し14隻を完全に破壊し、9隻に損傷を与えると云う事故が起つた。之に対し同月中の敵の行動による全被害は13隻8.2万屯に過ぎなかつた。4月20日ドイツはアイツイオ港（ローマ南東方）で人間魚雷攻撃を行つたが失敗した。同月中のUボート撃沈数は16隻で中6隻は護衛空母によるものであつた。

5月のUボート行動数は大西洋では40隻に減じ、多数が大陸反攻に備えてビスケー湾、バルチック海及びノルウェー沿岸に配された。Uボートによる被害は僅か4隻2.4万屯で、ブラジル沖3隻地中海1隻であつた。凡ての原因による損失も12隻4万屯で、最低を示した。Uボートは5月29日護衛空母 Block Island を撃沈したが、同月中29隻の多数を失つた。地中海では艦艇8隻航空機3機で76時間追跡の後Uボートを撃沈したレコードが立てられた。

当月の優れた業績の1つで、1艦による偉大なる対潜戦果は5月19日から31日に至る間の護衛駆逐艦 England の戦果であつた。この短期間に同艦は日本Uボート5隻を撃沈し、6隻目の撃沈にも寄与する処大であつた。ヘツジホツグが此の戦果を挙げた主用兵器であつた。此の一連の攻撃は約5隻の日本潜水部隊がアドミラルティ諸島北東方に至る赤道線上に散開していることを感知したからであり、England は僚艦Gorge 及びRaby と共にこの地域を掃蕩していた。England は、その艦として初めての会敵にこの戦果を挙げたのである。

5月の最後の週に航空機が2隻のUボートがフランス沖の英仏海峡西部海域の危険の多い浅海面に行動しているのを発見したが、之は次期のスノーケルによる活躍の前ぶれであつた。

6.2 Uボート対策

6.2.1 船 団

当期中Uボートは船団攻撃に優位を占めんと以前の狼群戦術の改正を数回行つた。第1の改正は43年9月に北大西洋船団に対して行つたもので、聴音魚雷を使用して、先づ護衛艦を攻撃して、その数を減じた後船団船を襲わんとしたものであつた。此の戦法は若干の護衛艦を撃沈したが失敗した。その理由は、船団には多数の護衛艦が配せられていた上に、連合軍としては多数の護衛艦を有していたため少々の損失は大勢に影響しなかつたからである。之が若し護衛艦の数が不充分であつた戦争初期に行われたら、その効果は遙かに大きかつたであらう。

第2の改正は43年11月で英国ジブラルター間の船団に対して行われた。此の改正では嚴重な連合軍の航空護衛のためUボートは昼間水上航行ができず従つて船団の周囲に多数が集結することができなかつた。そこで小狼群を航路沿いに配し、ポルドー基地からの偵察機で昼間船団に接触してUボートに通報し、Uボートは夜間、任意の地点で攻撃を行つた。然し10月にアゾレス群島に連合軍航空基地ができたので此の改正は遅きに失し効果は殆どなかつた。

第3の改正は11月の頓挫に続くもので以前の高度に組織された狼群の全廃であつた。Uボートは依然北大西洋に集結したが襲撃は各艦個々に任意に行われた。攻撃の効果は少なかつたがUボートは昼間潜航によつて生命を保つことができた。補給潜水艦の喪失も大きな原因で、以前のような昼間高速航行を行つたのでは燃料が足りなくなつたのである。

之等の試みは殆ど成功を見ず月間平均撃沈船舶数は僅か6隻に過ぎず、而も船団船の被害はその

40%であつた。船団の安全度を示す例として、北大西洋船団(HX, SC, ON, ONS)について述べてみると、之等の船団の月間運航数900隻に対し沈没は1隻しかなかつた。即ち渡洋船600隻に対し1隻しか沈没しなかつたわけである。此の率は他海域の船団についても概ね同様であつた。

連合船団に対するUボートの不成功の主因は乗員の士気低下で、一度探知されるとUボートは攻撃を敢行しなかつたことによく現われている。その原因は43年初期に連合爆撃機がビスケー湾諸港を廃墟と化し、Uボート自身は蔽護物の中にいたので無事であつたが、危険の多い哨戒から帰つた乗員に対する重要な諸施設を奪つた。北大西洋に達するためにはUボートはビスケー湾横断のために出撃直後の数日間は潜航して、正子後短時間浮上充電するに止めなくてはならない。船団を発見するためには航空機哨戒下の冷厳な掃蕩海域を通らねばならず、船団を発見しても、その周囲には訓練のできた護衛艦多数が包囲しているのに遭わねばならなかつた。

当期中に船舶のUボートに対する安全性に関して分析がなされ、その結果が連合国の船舶運航法に大きな影響を及ぼした。研究の結果独航船の安全性はその速力によつて大きく支配され、12節と14節の間が境界線であつた。12節船は、同じように航行する14節船の3倍の被撃沈数を示している。その理由は、Uボートは14節以上の船舶に対しては追跡できず、従つて良好な対勢にある場合以外は逃がしてしまう、低速船に対してはUボートは水上で適当な巨離を保つて追跡し迂回して前程に進出して夜間を待つて水上で襲撃した。

速力は航空護衛のある船団に対しても重大な安全要素であつた。研究の結果航空哨戒下においては9節船団は7節船団より著しく安全であることを示した。航空護衛がない場合にはUボートは水上優速を使つて船団に追いつくので船団速力の2節差は大した影響がなかつた。いま1つの分析によると、船団船の撃沈される数は護衛艦数が同じ場合は、船団の大小に無関係だと云うことである。此の事は大船団の方がUボートによる被害率が少なく、護衛艦の節約にもなることを意味した。

北大西洋の船団の平均の大きさは43年3月には46隻から44年3月には57隻へと漸増した。44年4月には護衛隊数隊を大陸反攻用に引揚げさせるため北大西洋船団計画に若干の変化を来した。HX及びON船団の速力は10節から8,9,10節と分けられ、夫々S.N及びFの接尾符号が附せられた。平均運航間隔は7日の儘であつたから月間片道の航行船団数は、それ迄の6個から4個に減じた。之がため船団の大きさは漸増し44年5月には平均98隻に対しHXM 292はそれ迄の最大で135隻から成り護衛艦は6隻であつた。

西大西洋におけるUボートによる危険は当期の大部分の間を通じて極めて低かつたため、米国沿岸船団はUボート活動休止時には独航することができた。計画は船団運航による安全性の増加と、船団編成による港内での船待ち及び低い船団速力によるロスとのバランスをとるため柔軟性を持たせた。当期の六部に亘り米国沿岸においては、11節以上の高速船は、特に重要な積荷を有するもの以外は独航させた。Uボートによる攻撃の危険が迫ると直ちに独航船は最寄りの港で次の船団を待ち、又時には安全度が許せば全船団を解散させて夫々の目的地へ向させた。

6.2.2 航空機

Uボートと航空機との戦いは当期初頭たる43年7月にクライマックスに達した。即ちUボートは4

連装20機銃と云う有力な対空兵装を持ち、昼間水上航行を行い航空機を反撃した。ビスケー湾は編隊で相互支援を行って航過した。然し7月の大西洋におけるUボートの喪失は34隻の多きに達したので、この戦術は中止され、新装備ができて、形勢を挽回するまでは自己勢力の保全を図ることになり、昼間長時間潜航が実施された。航空機がUボートを昼間、海面から一掃したことは、その攻撃精神と機動性を奪って実力を失わしめたものとして連合国側の1つの勝利となつた。

此の新戦法は8月にビスケー湾で始まり、英国の探照灯装備の Wellington 機の哨戒圏限度のスペイン接岸海域で夜間短時間浮上充電が行われた。之がため飛行哨戒の成果は激減し43年8月から12月迄の5ヶ月間のビスケー湾の月間平均飛行時数 7,000 時間に対し発見12, 中 攻撃6回で撃沈は僅か1隻であつた。飛行時数は之に先立つ最高期間たる 43年2月乃至7月よりも増したのに成果は之に過ぎなかつた。この原因は1つにはUボートの湾内通過数が前期の月間 100 隻から45隻に減つたことにもよる。1,000時間当りの発見数は2に減り、通過Uボートの被発見率は25%に過ぎなかつた。効果指数(通過Uボート100隻に対する哨戒飛行1,000時間当りの発見数)は前期の9から当期は4に減つた。

Uボートの昼間長時間潜航への転換は、夜間攻撃の装備及び技術を促し、探照灯と照明弾は改良され、護衛空母の夜間作戦も訓練された。英国沿岸部隊は夜間哨戒機を増強した。之に対しUボートは連合国のS帯(10輻波)レーダーを探知する Naxos GSR を43年10月以降装備して対抗した。結局44年の初め5ヶ月のビスケー湾における成果は月間発見20, 攻撃15と少し増した。

米海軍機は当期、英国沿岸部隊の指揮下に入つてビスケー湾の哨戒に参加した。43年8月、米東岸の状況が楽になつたので米陸軍対潜部隊は対潜任務から引揚げた。英国で作戦していた米陸軍航空戦隊は、海軍の第7艦隊航空隊の Liberator 機と交替した。

空母搭載機は当期におけるUボートの最大の敵之等は基地航空機の飛行圏外で活動し、特に燃料補給を狙つた。米護衛空母(CVE)は約4隻のDD又はDEをスクリーンとしてタスクグループを編成して大西洋の対潜行動に従事し、その第1任務は船団護衛、第2任務はUボートの捜索撃滅であつた。タスクグループは米国ジブラルター間の船団と共に行動し、その成果として43年5月から12月迄に運航したUG及びGU船団2,200隻中、Uボートによる撃沈は僅か1隻であつた。当期におけるCVE搭載機の攻撃を研究すると、上記の第2任務も充たされていることが判る。CVEは平均1航海でUボート潜在面に28日間行動し、毎日延50時間飛行が行われる。Uボート潜在海面では600時間に1回Uボートを発見し、発見数68の中60回は攻撃を行い、その40%は之を撃沈している。この大きな攻撃効果の原因の1は搭載機が高速のため浮上中のUボートに急襲を加えることができるからであり、いま1つの原因は機銃掃射を行うF4Fと、爆撃のTBFとの密接な協同にある。

英国護衛空母は主として北氷洋で対ロシア船団に従つて活躍した。ロシア船団は43年3月から休止していたが11月に再開され、独巡戦 Scharnhorst の撃沈がこの戦闘の最も有名なものであつた。Uボートも不活潑で43年12月から44年5月迄に商船5隻、駆逐艦2隻を沈めたが己れも11隻を失つた。英国護衛空母機はその中6隻を沈めた。ロケットが有力な兵器として英米で使われ始めた。

当期の航空機によるUボート撃沈率は前期の約2倍であつた。大西洋と地中海において行われた

航空攻撃中約25%は敵を沈め、約40%は少くとも損害を与えた。1944年前半の成果は43年後半のUボートが未だ水上で反撃していた時代のピークに較べると下つている。44年前半にはUボートの昼間長時間潜航戦術の結果、航空攻撃は精度の低い夜間攻撃によるものであつた。

6.2.3 科学と技術

前期の決定的敗北の結果Uボートは科学と技術の進歩を促進し、当期には兵器及び装備に著しい変化が齎らされた。その変化の1つは4連装20粒機銃に替つた37粒対空速射砲であつた。Uボート魚雷は船団用FATを装備した。之は魚雷に蛇行運動をさせ命中公算を増さんとするものである。Uボートの兵器の大きな変化はT-5魚雷の採用であつた。之は21吋の聴音電池魚雷で駛走能力は25節6,000碼ホーミング半径は15節の護衛艦に対し500碼であつた。

連合国は直ちに聴音魚雷対策を講じた。即ち英国の2個1組から成るFoxyer(曳航による平行棒式発音器)を聴音魚雷が使われる3ヶ月前に完成し、聴音魚雷による最初の護衛艦の被害があつてから17日目にはFoxyer完全装備の護衛隊が生れた。米国のFXRは之と似ているが発音装置は1つしかない。発音器を曳航するか、或は24節以上又は7節以下で航行すれば聴音魚雷に対しては安全とされた。他の艦は聴音魚雷を発射しそうなUボート攻撃に際しては横跳び(Step-Aside)法を行うように指令された。之はUボートに接近した場合の針路の急変を含む特殊運動戦法で護衛艦を聴音魚雷の予期命中区域から避けさせるものである。

曳航発音器は投入揚収に不便なこと、運動が不如意なこと、及びソーナーの能力を害すること等の不便のため多くの船には普及しなかつたが、聴音魚雷に対し有効であつたことは疑を容れない。大戦中聴音魚雷を射たれたと思われる護衛艦は32隻、商船は19隻あつたが、推奨された戦法を行つたか、或は曳航発音器が正しく作動した場合は被害は殆どなかつた。聴音魚雷は普通魚雷より命中し易いが、デリケートな機構のため故障が多く、又艦尾に命中するため沈没させる機会は減少した。

レーダーの戦いも当期中激しく行われた。ドイツは逆探の発達に力を注ぎ、遂に43年9月英国のH2Sレーダー爆撃照準機に10輻波が使用されているのを発見し、10月にクリスタルを用いた8乃至12輻波逆探Naxosを造つた。最初のもは潜航時はアンテナを取込む式であり、理論的可探巨難は5乃至10哩であつたが実際には更に低下した。之が採用によりUボートに対する発見及び攻撃回数は減少したが、逆探の作動不良のため不意討ちを受けるものもあり、ドイツのレーダー対策は完全には解決されなかつた。

連合国はS帯波の逆探を熟知し、その対策の1としてX帯(3輻波)が用いられたが、S帯レーダーはその捜索力の優れていること、敵のNaxosの能力が不十分で攻撃の余地あること、昼間のUボートの制圧がその能力を著しく減殺していること等のため他に切換えられはしなかつた。ドイツはその他にも種々の試みを行つた。即ちレーダー偽瞞装置を造つたが失敗し、次にレーダー及びソーナー反響防止のゴム外皮を考えたが困難が多く実用に至らなかつた。又赤外線探照灯及び受信装置、並びに連合国が之を用いて探知した場合の防止装置等を考えた。又、Uボートは連合国のHF/DFの危険を悟り電報の節減頻繁な電波の変換等を行い、陸上、艦上のHF/DFの活動を若干困難にさせたが大した効果はなく、船団攻撃は依然困難を極めた。

当期における最も革命的の技術上の発展はシュノーケルの装備であつた。之によつて水中を主機械で6節で航行或は充電ができたが、飽くまで防禦的のもので、水上で航空機の攻撃に曝露する時間を短くするものであつた。装備を始めたのは44年2月であり、7月以後Uボートの行動にその効果を見せ始めた。

米国海軍は当期中艦艇装備のソーナー能力向上のため多くの改良を行つたが、その中で最も効果のあつたものはBDI (Bearing Deviation Indicator) であつた。BDIは普通のソーナーに使用され、操作員に反響音が目標の右端からか左端からかを目以示すものであり、之によつて目標の方向の決定を迅速正確ならしめることができた。

米国艦艇には2種類の新爆雷が使用され始めた。その1つはMK8に近接信管を装備したものであり、いま1つは形状を改めて沈降秒時を早くしたMK9である。共に艦艇の対潜攻撃力を著しく増大した。

英国も当期中に艦艇の対潜兵装を改良したが、その方向は米国と異つていた。それはスキツドで爆雷を艦の充分前方に投射し自動的に指揮操縦されるもので、1944年初頭から使われ始めた。之は3連装臼砲で電氣的に爆弾を攻撃艦の前程に投射するものである。爆弾は重量及び爆発効果は爆雷に似ているが下の利点を有する。

1. それは正確に規定巨離に投射される。その巨離は充分に前方であつて、攻撃艦のアスディツクはUボートを保続探知中に投射できる。
2. 水中沈降状態は安定している。
3. 水中沈降速度が遙かに大である。
4. 新型信管を持ち、自動的に極めて正確に所要深度に調定される。

深度は147B型アスディツクの深度計算機から自動的に調定され、投射はアスディツクのレンジレコーダーから自動的に行われる。3個の爆弾は正三角形に投射され、フリゲートの如くスキツド2基を有するものにあつては、パターンは深度が2段に作られる。147B深度計算機はスキツド用に発達したものであるが、巨離方位記録器及びQ装置と連合させてヘツジホツグ及び爆雷攻撃にも使用できる。147Bは高周波(50KC)の扇形ビームを使用し、俯角45°まで指向し得る。ビームの水平面は広い(30°乃至40°)が垂直面は狭い(軸心から2°乃至3°)。公試において此の計算機はスキツドの信管を潜航深度100呎以上のUボートに対し深度誤差20呎以内に調定された。潜航深度が100呎より浅いと正確な測定ができない。Q装置を附せば深度800呎までのUボートに正確な攻撃ができた。

6.2.4 Uボートの撃沈

月間平均撃沈数は21隻と最高に達した。月間の最高は当期の最初の月で世界中を通じて実に46隻に達した。11ヶ月間の撃沈総数234隻の国別内訳はドイツ199, 日本28, イタリア7であつた。大西洋における撃沈数は180隻で、広く各地に分散し北西大西洋が34, 北東大西洋が29, ビスケー及び海峡海域28であつた。

航空機による撃沈が122隻(52%)で最も多く、その他に艦艇と協同して22隻(9%)を沈めている。空母搭載機が、航空機の参加した撃沈数144隻中の40%を占めている。水上艦艇によるものは

79隻(34%)、残り11隻(5%)は連合軍潜水艦によるものである。

水上艦艇による攻撃の内容は乗員の訓練と、兵器装備の改良が進むに従って向上を続け、当期中大西洋及び地中海でUボートに対し行われた。攻撃中30%は少くとも相手に損害を与えその中の20%は之を撃沈しておつて、前期の2倍の撃沈率を挙げている。英国の算定の研究によるとUボート攻撃には平均3パターンが加えられ、撃沈公算は1パターンにつき爆雷が6%、ヘツジホツグが11%であつた。

6.3 成果の調査

6.3.1 Uボート側の観点

当期のUボート戦の成果を正確に判断すると、ドイツ最高司令部が当月初頭にUボートが北大西洋船団に対する激しい戦に決定的に敗れたことを認めたことが判るのが極めて重要な点である。敵は又、Uボートを再び大西洋の連合軍補給線の脅威たらしめるためには従来の型を一新しなければならないことに気付いた。之が解決策としてのドイツ最高司令部の結論は、全然新しい型のUボートで、無線探知にかからず、水中高速で迅速な新建造方式によるものを発展させることであつた。新しい組立て方式によるXXI型Uボートとなつたものの素業は43年7月に作られ、同年12月には実物大木製模型を含む全設計を完了し、44年2月には、既に着工しているものを完成する以外は従来型Uボートの全建造を停止して新組立て方式によるUボート建造に全力を集中した。

敵の一般作戦方針は、新しいUボートが揃つて攻勢を再開するまではUボート部隊を存置することであり、此の線に沿つてシュノーケルはUボートに航空攻撃の機会を減小し、侵入に備えて沿岸に行動することを可能にした。当期のUボートの主目的は上記のように自己保存ではあつたが、時には自分が大きな損害を被らないようにしてなるべく多くの連合軍船舶の撃沈を試みた。更にUボートを外海に行動させることによつて連合軍部隊に船舶の防禦に大兵力を充たさせドイツに対する他の用途に割かせることを防いだ。

1943年後半にはUボートは種々の試みを行つたが何れも重大な被害を受けて敗退し、その後は自己保存を第1任務とする限り船舶に対する大規模な攻勢を企てることは不可能なことが判つたものようであつた。大西洋におけるUボート行動数は漸減して44年5月には40隻と最低に達した。之等Uボートの44年の初め5ヶ月間における主任務は偵察、気象報告、連合軍に船団組織を続けさせること及び侵入の待受け等であつた模様で、連合軍船舶の大規模の撃沈を試みることはなかつた。之は明瞭に当期のUボートの戦果に影響し、月間平均撃沈船舶は世界中で17隻10.1万屯と新しい最低値を示し、前期のまにしか相当しなかつた。大西洋においてはその45%、インド洋が40%、地中海が15%であつた。月間のUボート喪失数は21隻のピークに達し、之がため全世界の交換率は、Uボート1隻の沈没に対し船舶4隻(4,800屯)に過ぎぬと云う最低値を示した。地中海におけるUボートの活躍は前期より少し下つた。43年7月にシンリー島が攻略され、地中海は未だに船団を組む必要はあつたものの、連合軍の通路として開かれた。当期中の地中海の船舶被害は36隻に過ぎず之に対しUボートの損失は23隻に上つた。

インド洋における日独Uボートによる船舶被害は71隻と前期を少しく上廻つたが、対策も初めて効を奏して7隻を撃沈した。かくてインド洋はUボート1隻の損失に対する船舶撃沈数が10隻と世

界中で数の少ない交換率の高い海域となつた。

太平洋では日本Uボートは厳密な守勢に立ち、その大部分は孤立した外哨点に対する補給に充てられた。太平洋では船舶の大部は独断したが当期11ヶ月中に撃沈されたものは1隻に過ぎなかつたのに対し、連合国の艦艇と潜水艦は24隻の日本Uボートを撃沈した。(その他にインド洋で日本Uボート4隻を撃沈している)。

大西洋における行動Uボート数は61隻で前期の平均より約40%減つている。之等のUボートが大西洋全域で月間僅か8隻4.4万屯しか沈めていないから1隻のUボートの月間撃沈数は1隻700屯とそれ迄の最低を示した。

Uボートの行動数及びその成果の貧弱なのに対して、大西洋におけるUボートの喪失は月間16隻に増加し、その平均行動寿命は4ヶ月と、前期の半分になつた。従つて大西洋におけるUボートは自艦沈没迄に1隻(2,800屯)しか沈め得ないことになる。このUボート成果の破滅状態は交換率(Uボート撃沈数対船舶被害数)を較べてみるとよく判り当期は前期の1/3であり、1942年の初め9ヶ月の実に $\frac{1}{38}$ に落ちている。

之等の事は連合国の航空及び水上対潜能力の向上と、敵潜の攻防力との間の差が甚しくなつたことを示している。又之により当期初頭、ドイツ最高司令部が、在来型のUボートでは連合国対潜能力に抗し得ぬとの信念を固めさせるに至つた。敵にとつての唯一の慰めはその損失が、それまで通りの攻撃法をとつた場合の予想に比し少なかつたことで、当期の大西洋における月間喪失数が16隻であつたのに対し、攻勢作戦をとつていた43年7月には37隻、同年10月には25隻であつた。

このような作戦方式のためドイツは大陸反攻に対し多数のUボートを保有できた。当期中の建造数250隻に対し喪失は200隻であつたから期末勢力はなお400隻を数えた。

6.3.2 連合国側の観点

連合国及び中立国における凡ての原因による月間損失船腹は、18.4万屯と前期の1/2であつたのに対し、建造量は月間116万屯と前期を少しく上廻つたので、月間使用可能量の純増は97.6万屯であつた。

連合国の使用可能な船腹は当期中に1,100万屯を増して7,500隻4750万屯となり、その中1,050万屯はタンカーであつた。43年10月に至り、開戦時の保有船腹4,000万屯を超越し、戦争初期のUボートによる損失回復に4年以上を要したわけである。

当期末迄に船腹の危機は過去り、連合国は大陸反攻に充分の船腹を持つた。事実、商船建造量は1943年12月、150万屯のピークに達して以後44年には細り初めた。その一因は造船所をリバティ型から高速のヴェクトリー型向きに変えたことによるのであつて、後者は前者の2倍の期間を要した。

18.4万屯の月間船舶損失中、敵の行動によるものは14.7万屯で、Uボートが10.1万屯(69%)で首位を占めた。航空機によるものは前期より多くて3.4万屯(23%)、水上艦艇、機雷その他によるものは1.2万屯(8%)であつた。

当期中連合国では44年6月に行われた大陸反攻に対する準備作業の大部が行われた。Uボートは以前程の脅威ではなかつたが、英仏海峡両翼に基地を持つUボート大部隊は依然潜在脅威をたいて

HP『海軍砲術学校』公開史料

いた。当期末における連合国としての差迫つた問題は、侵入中における軍隊及び軍需品輸送の船舶の集結に対する来攻を防止することにあつた。長い眼で見ればそれはUボートに対する連合国対潜部隊の質的量的優勢を維持させることであつた。連合国対潜部隊はUボートが大陸戦斗に必要な大量の補給の流れを断ち切るのを防ぐと云う問題に直面したのである。

第 7 章

第7期 シュノーケルUボート英国近海に作戦す（1944年6月-終戦）

7.1 Uボートの攻勢

当期のUボート作戦は多くの点で第1期に似ている。即ち再び副次的となり、大巾に陸上戦闘に支配された。4年間使ってきたビスケー湾基地を追出され、ノルウエーとバルチック海の基地へ還らざるを得なくなつた。英本国周辺近海では、シュノーケル装備のUボートは航空機の攻撃に対して割合に安全であつた。Uボートは殆ど常時潜航し、水上艦艇が再びその主なる脅威となつた。

近海作戦も開戦初期に較べると危険は多くなつた。その主なる相違は、1隻のUボートが開戦初期の $\frac{1}{20}$ しか沈め得ないこと、連合国の護衛艦は数多く、経験装備共に充分であつたのに、Uボートの攻撃力は機動性の喪失により激減したこと、Uボート乗員の士気が著しく低下したこと等である。

Uボートの活動休止は44年6月6日の連合軍ノルマンディー上陸によつて破れた。ドイツのUボート勢力は猶大であつたから、D日に翼側から集団攻撃を加えたら、それによる損失も大なるものがあつたであらう。

連合国は之が対策として海峡横断路を塞いで船団航路を守りUボートの接近を困難ならしめた。6月6日迄に54隻から成る10ヶ護衛隊を以つて西口を塞ぐ用意を行い、空襲に備えて戦闘機を搭載した護衛空母3隻を附したが、敵空軍が不活潑であつたため11日に空母は撤収した。英国沿岸航空部隊も、海峡及びその西口並びにビスケー湾方面に嚴重な航空哨戒を行つた。

侵入に対するUボートの示した最初の反応はD日に、作戦が始まつたのを知ると直ちにフランス諸港から多数が出港したことでビスケー、海峡海域のUボートは6月5日の1隻から8日には20隻になつた。その大部分は海峡に入ろうとはせず、ビスケー湾諸港への侵入を防ぐため、その方面の哨戒を行つた。Uボートは最初の中は多数が発見され、それに対し攻撃を加えたが、急に発見数が激減した。之は、使用を好まなかつたシュノーケルを6月7日から10日の間に航空機のため6隻も撃沈されるに及んで使い始めたからであつた。

Uボートが水上で海峡に侵入して連合軍に損害を与えることが考えられ、沿岸航空部隊が嚴重に哨戒したので、Uボートはシュノーケルを便つて潜航の儘侵入する戦術を用いた。シュノーケルは至近巨艦でもレーダー探知が困難な上、昼間でも視認が難しく夜間攻撃を行うには特別優れたレーダーと探照灯又は発烟装置が必要であつた。沿岸航空部隊は更にノルウエー方面から海峡作戦に参加するため水上進撃するUボートを攻撃し6月中にその7隻を撃沈した。

ビスケー海峡海域における水上艦艇の被害は6月18日に初めて1隻が撃沈され、続いて4隻が月末迄にUボートと航空機のために撃沈された。Uボートが商船攻撃に成功したのはD日から3週間以上後で月末近くに船舶5隻が撃沈された。その他の攻撃手段（航空機、水上艦艇、機雷等）も何千を数える海峡横断船に殆ど効果を示さず6月中に、ビスケー、海峡海域で敵のために沈没した船舶は18隻7.5万屯に過ぎなかつた。連合国は人工による港を造るため50隻30万屯の船舶を自沈させた。

HP『海軍砲術学校』公開史料

敵は7月には人間魚雷、爆薬モーターボート、V-1等を使つたが効果は少なかつた。ビスケー、海峡海域の戦況は7月8月も6月と同様でUボートは船団航路到達が困難であつた。Uボートの挙げた戦果は7月に2隻、8月に6隻であつたのに対し、自らの喪失は7月が9隻、8月が12隻であつた。

水上艦艇は之等21隻中13隻を、更に航空機と協同して3隻を撃沈した。侵入海域では敵はアステイク対策として、沈坐戦術をとつたため水上艦艇からする初探知が極めて困難であつた。多数の沈船と、浅い海底による反響と海水の状況がアステイクによる探知を極めて困難にした。然し一度Uボートを探知したらその撃沈率は約50%に達した。第2護衛隊は引続き輝かしい戦果を挙げ、初めてスキツドでUボート1隻を撃沈した。スキツドによる撃沈は極めて早く6発よりなる1回のパターンで敵を浮上降伏させるに充分であつた。

連合国の上陸軍は8月上旬シエルプール半島に進出したのでビスケー湾諸港のUボートは撤退の已むなきに至り、8月下旬にはビスケー、海峡海域を放棄してノルウェーに向い、此の方面の戦闘は一段落を告げた。

敵は6.7.8の3ヶ月、上陸軍阻止に兵力を集中したため他の方面のUボートの活動は少なかつた。6月の大西洋に行動したUボートは平均48隻で、その半数以上はビスケー、海峡海域及び北方通路に集まつた。世界中の6月のUボートによる被害は11隻5.8万屯で、ビスケー、海峡海域の5隻の外に大西洋で3隻、インド洋で3隻であつた。

6月のUボートの損失は28隻で、21隻は英国周辺で沈み4隻は大西洋で米國護衛空母部隊に撃沈又は、捕獲(U505)された。U505の捕獲によつて聴音魚雷はじめ技術上、戦術上の貴重な資料が得られ、爾後の対潜作戦に大いに役立つた。

7月の世界中のUボートによる船舶損失は12隻6.3万屯に止まり、ビスケー、海峡海域が2隻、その他の大西洋5隻インド洋5隻であつた。同月中の各地のUボートの損害は22隻であつた。その中の1隻は1,600屯機雷潜で繫維音響機雷66個を有し、ハリファクス沖に敷設する予定であつた。

8月のUボートの戦果は18隻9.9万屯の最後のピークを示した。その6隻がビスケー、海峡海域2隻がその他の大西洋、1隻が黒海、残り9隻はインド洋で主としてモザンビク海峡であつた。同月南仏の上陸が行われたが船舶の被害は皆無であつた。Uボート撃沈数は低下を続け月間17隻に過ぎなかつた。その12隻がビスケー、海峡海域で、大西洋の他の部分が3隻で何れも護衛空母機によるものであつた。ニューファウンドランド南方で空母機の撃沈したU1229は20日の追跡の後に漸く撃滅したのであるが、この艦はシュノーケルを使つて14日間潜航し毎日艦位決定のため10分か15分位しか浮上しなかつた。8月の終りにはUボートはビスケー湾の基地を放棄してノルウェーに向つたが、其処は整備修理には不適であつた。ビスケー湾基地喪失のためUボートの作戦巨難は伸延し、その部隊の大部をなす500屯型は英国周辺作戦に限定され、740屯型も大西洋の近在、即ちカナダ及びジブラルター附近迄しか行動できなかつた。

9月にはUボートは殆どビスケー湾からノルウェーに移動し、シュノーケル航行を行つたので、その安全率は増し、行動数は57隻のピークに達した。同月のUボートによる船舶被害は7隻4.3万屯で、インド洋は1隻、大西洋6隻で、ビスケー湾での被害はなかつた。9月のUボートの損失は

21隻であるが、その中には黒海でロシアの進撃のため自沈した300 屯型6隻が含まれている。地中海ではサラミス基地の3隻中2隻失つたので、同海での護衛はその数を減じ、船舶の独航が大巾に許された。大西洋でのUボートの撃沈数は僅か10隻で之はUボートの活動の低下とシュノーケルの効果増大とを反映している。

10月の大西洋におけるUボート行動数は約30隻に減じ戦果は0であつた。10月中Uボートが撃沈したのは僅か1隻7,000屯で、之は1943年11月以来初めて太平洋で日本Uボートによつて沈められた。桑港、真珠湾間の貨物船であつた。米国東海岸でのUボートの活動休止に伴い10月から8乃至10節の貨物船を除き、沿岸航行の独航が許された。10月中のUボート撃沈は9隻で、その5隻は太平洋4隻は大西洋で沈められ、後者はノルウェー基地から出入する英国北方の東西航路であつた。前者の中の1隻はジャワ海でオランダ潜水艦に撃沈されたドイツUボートで撃沈された独潜中最も東方のものであつた。

11月の大西洋におけるUボート数は24隻と当期中の最低を示し、船舶被害は7隻3万屯、その2隻はインド洋、1隻はバルチック海（スウェーデン船）4隻は大西洋沿岸海域で、その中の1隻は数ヶ月振りて英仏海峡で沈められた。同月のUボート撃沈数は10隻で、その中7隻が太平洋、3隻が大西洋で、後者は42年1月以来の最低である。

9月から11月迄の3ヶ月間の連合国のUボート撃沈の戦果の少なかつたのはUボートが極めて用心深い作戦を行つて1隻が月間平均 $\frac{1}{10}$ 隻以下の船舶しか沈めなかつたことによるもので、Uボートはシュノーケルを使つて連合国の航空哨戒を避け、沿岸の航路集束点で船団を待つた。更にUボートは沿岸で沈坐戦術を用いてアスディツクの効果を減じた。その上、連合軍の使用した対聴音魚雷発音器がアスディツクの探知を更に困難にした。

此の3ヶ月でUボートはシュノーケルの使用により、航空機から大なる損害を受けることなしに沿岸作戦を行うことができた。之によつて以前のように遠距離を航空哨戒下を往復して戦場に至る必要がなく、ノルウェー基地から近道を通つて北大西洋及び英国近海の目標豊富な戦場に到達できビスケー湾喪失の戦略的不利をある程度回復できた。

44年12月には大西洋のUボートは漸増の兆を見せ、5隻のUボートが陸戦の西部攻勢に呼応して英仏海峡の補給輸送を脅かし、商船7隻と護衛艦1隻を撃沈した。月末に豆潜水艇（Biber）隊がオランダのシエルト附近で船団を攻撃して商船1隻を撃沈したが潜水艇15隻が撃沈又は捕獲された。その他の海域を合わせて12月中の船舶被害は9隻5.9万屯であつた。その中の3隻はメーン湾で撃沈された独航船で11月末メーン州沿岸に2名の諜者を揚陸したと同じUボートに沈められた。いま1隻はドイツUボートによるオーストラリア南東沖での被害で1943年5月以来のことであつた。Uボートの喪失も9隻でインド洋1隻、大西洋8隻、その中6隻は英国近海におけるものであつた。

45年1月はUボートの活動は引続き増し、それによる被害は11隻5.7万屯で、全部大西洋の沿岸海域におけるものであつた。Uボートの活動は、それ迄安全と考えられ訓練海面として使われていたアイルランド海に移り、6隻が撃沈された。その他の活動海域はハリファクス沖と、ジブラルター近海で前者では、4隻、沈没1隻、大破、後者では護衛艦1隻、商船1隻、沈没1隻大破した。1月中のUボート撃沈数は6隻で1隻が太平洋、5隻が大西洋、その全部が水上艦艇によるもので

HP『海軍砲術学校』公開史料

沿岸対潜戦闘の戦果に希望が持たれ始めた。他方ロシア陸軍の進撃は東プロシアの東バルチック地方の重要工作基地を脅かし、シンジヤに侵入して新型 U ボートの建造を妨げた。即ちダンチヒのみで XXI 型の組立て建造のまを行つていたからである。ノルウエーと西バルチック間の交通は阻害された上、西バルチックに潜水艦施設が集中していたことは連合軍の攻撃に対し脆弱であつた。

2 月には U ボートは更に攻撃的になつて15隻 6.5万屯を撃沈した。その中1隻がインド洋で、14隻は大西洋であつた。陸上戦闘がドイツに近づくに従い敵はなるべく多くの船舶を撃沈しようとし英国周辺に U ボートを集結して9隻を沈めた。同月中の U ボート撃沈数は19隻、その中大西洋は14隻で12隻は英国近海であつた。第10護衛隊はシエトランド島とフェロス島の間を哨戒して3隻を撃沈した。大西洋で沈めた14隻中10隻は水上艦艇のアスドイツク探知によるものであつた。

2 月中太平洋で日本 U ボート5隻を撃沈したが、米国潜水艦 Batfish がその中の3隻を4日間のうちに沈めた。之等は2月9日から12日迄の間にルソン島北方で日本潜水艦のレーダーを Batfish の捜索受信機 APR で探知した後、雷撃したものである。

大西洋の U ボートは3月には50隻に増し、その大部は英国周辺に集結したが、敵は護衛艦の若干数が外航船団から沿岸に派遣されたのを知つたのか、その活動は大西洋の深い方へと移動した。ドイツの XXIII 型 U ボートが北海の英国沖に出動した証拠があつた。U ボートによる被害は13隻 6.5万屯で、その全部が大西洋であつた。その内訳は英国周辺9隻、バレンツ海2隻、カリブ海及びブラジル沖各1隻、(インド洋から帰途の U ボートに撃沈された)で、英国周辺の被害中3隻は北海地区で豆潜水艇に沈められたものらしい。3月中の U ボート撃沈は19隻で、太平洋2隻、大西洋17隻、その中の12隻は英国周辺で撃沈した。第21護衛隊はスコットランド北方で4日間に3隻を撃沈した。

4月の船舶被害は13隻 7.3万屯で全部大西洋であつた。内訳はハツテラス岬(米東岸)沖2隻、バレンツ海1隻、残り10隻は英国周辺で、主として英仏海峡であつた。

4月における U ボート活動のテンポは終戦の迫つた兆候を見せず、敵は終戦のその日まで沿岸における攻勢を緩めなかつた。米国貨物船1隻は5月5日ロードアイランド沖で撃沈され、DE のタスクグループはその敵を探知撃沈した。5月7日には U ボートはフォース湾(英東岸)沖で内航船団を攻撃して商船2隻を沈めたが、之が第二次大戦中 U ボートに撃沈された商船の最後のものとなつた。即ち5月8日の対独勝利の日から8月14日の対日勝利の日まで日本 U ボートは商船を1隻も撃沈しなかつた。

4月には U ボート36隻を撃沈したが、その中5隻は太平洋残り31隻は大西洋で水上艦艇がその中19隻を沈めている。大西洋で撃沈した31隻中22隻は英国周辺、3隻はバレンツ海、2隻は米東岸、4隻は北西大西洋で、この4隻は米東岸への作戦の途次西方掃航しつつあつた6隻よりなる U ボート隊(Seawolf隊)の一部で、米国護衛空母タスクフォースの DE は阻止哨戒を行つて4隻を撃沈したのである。4月末に米海軍の MAD 装備機がビスケー、海峡海域で後射爆弾により1隻を撃沈した。

5月第1週は航空機はデンマーク近海で大活躍し、U ボートがノルウエー基地へ脱走するのを待受けて、その10隻を沈めた。バルチック海域占領により U ボート25隻が港内で破壊された。

5月4日デーニッツは電報によりUボートの対敵行為を禁止した。5月31日迄に外洋で49隻が降伏し、最後の降伏は8月17日ブエノスアイレスにおけるU977であつた。その他多数が港内で降伏又は自沈した。

このように終戦によりUボート部隊を抑制したが未だ大規模な作戦を続けつつあつた。若し戦争が長く続いたら、それは外洋から駆逐されることなく、却つてその数と勢力とを増していたことであろう。終戦時、新型艦は将に就役しつつありXXIII型約6隻は英国東岸の哨戒に成功し、少くとも、それと同数のXXI型はノルウェー基地に到着して将に作戦に出発せんとしていた。その1隻は実際に出撃したが故障のため帰還を余儀なくされたと信ぜられている。Uボートはドイツ降伏時決して消滅に瀕していた兵器ではなく、その就役しつつあつた新型艦は、若し大規模に達していたら連合国側にとつて由々しき問題となつたであろう。

7.2 Uボート対策

7.2.1 船 団

運航は之迄の各期を通じて最も安全であり、Uボートによる船団船の被害は月間6隻であつた。北大西洋船団にあつては月間の運航1,100隻中Uボートによる沈没は1隻で英国近海に多く、その被害率は0.1%以下であつた。

Uボートによる被害の船団船対独航船の率は当期には約55%方増加した。之は敵がシユノーケルの使用により運航の頻繁な個所即ち船団航路を狙つたからである。又当期の経験によると船舶被害の大部は航路の途中で起らず端末で起る点がそれ迄と異つた。

縦深による防禦の原則が、特にロシア航路において船団の防禦に役立つた。当期は艦艇の数が充分に得られたので嚴重な護衛の外に、スクリーン外側にピケットを出し、水上のUボートを邀撃し水上艦船を調査し、中立国船を避けさせ、危険を護衛指揮官に適時に予報する。航空哨戒はピケットの前程を受持つた。

戦争中最大の船団は44年7月のHXS 300で167隻19列から成り、7隻の外航護衛艦がついてその正面巾は約9浬であつた。此の船団は無事に英国に着いたが、2隻のMAC（航空機搭載商船）の航空機が大活躍した。

44年9月、Uボートがビスケー湾からノルウェーに撤退すると共に北大西洋船団はアイルランドの南を廻つてリバプールに至ることに変更された。之はニューヨークからの巨離としては大差なかつたが、英国南岸及び大陸の諸港に対する船団の集散に便であり、ノルウェー及びドイツ本国の基地からは遠くなり、且つ天候も北方より良かつた。

大西洋船団の安全度が増すに従い、連合国は船舶運航率を上げる策を講じてHX及びON船団の間隔を5日に減じ、又低速のSC及びONS船団を復活した。之により各船団の大いさは前期より減つたが、その数は増した。港における船団待ちの時間が節減された。東大西洋でも44年11月に降変更が行われ、英国ジブラルター間の船団は中間は護衛艦を1隻に止め、端末で兵力を増し、開戦から41年中期頃迄の形に戻した。ジブラルター、フリータウン間は航路沿いにUボートが出現しない時は独航を許された。地中海では軍隊輸送船と、イタリー及びギリシア近海の局地航路以外は船団は廃止された。

戦争最後の月たる45年4月には大西洋を運航した船舶は最大1,400隻に達し、43年初期の倍となりその $\frac{1}{2}$ は船団を組んだ。太平洋の船舶も4月には900隻となり、その $\frac{1}{2}$ は船団を組んだ。

7.2.2 航空機

当期のUボートの活動は英国周辺に集中したため、航空機の活動も英国沿岸部隊が中心となり、その指揮下の機数は1,100機と開戦時の6倍以上に達した。大陸反攻作戦は5月から始まり、Uボートはノルウェー基地からビスケー湾に集結して、連合軍の橋頭堡を脅かさんとしたが航空機はノルウェー近海で5月中旬から7月末迄にその17隻を撃沈し、11隻に損害を与えてその企図を挫いた。

大陸侵入が始まるやいなやUボートは出動して航空機に対して水上に留まり37耗自動砲で応戦したが沿岸部隊機は5日間に6隻を撃沈し、5隻を大破させたので、次の週からはシュノーケル全用の時代に入ったが、その時は既に連合軍は橋頭堡を確保していた。5月中旬から7月末に至る沿岸航空部隊による全戦果はUボート23隻、水上艦艇2隻撃沈、Uボート25隻撃破で之に対し31機を敵の反撃で失った外、17機を事故によつて失った。シュノーケルの探知は極めて難かしく、又一旦探知しても攻撃に成功する率は浮上Uボート攻撃に比し少なかつたので、戦果としては思わしくなかつたが、橋頭堡完成後の沿岸海域における船舶の被害は極めて少なく、航空警戒の努力は無駄ではなかつた。

航空部隊は他の分野開拓に努め45年に入るとスカゲラツク、カテガツト及び西バルチツクのUボート基地の攻撃を始め、又ノルウェー基地に進出せんとする新造艦を攻撃した。戦争末期、多数のUボートが北ドイツからノルウェーに撤退せんとするのを攻撃して5月第1週に約10隻を撃沈したものと信ぜられる。

当期中航空機は月間Uボートを38回発見して24回攻撃を加えた。之は英国周辺に多数のUボートが集結したにも拘わらず、前期と略々同じ回数である。シュノーケル使用の結果、攻撃に対する撃沈率は18%（前期25%）に減じ、少くとも損害を与えた率は35%であつた。当期11ケ月中の航空機によるUボート撃沈の半数は最初と最後の月（44年6月と45年4月）に行われたもので、Uボートの多くを浮上状態で発見したからである。

此の最後の期の成果はシュノーケルが航空機対策として有効なことを如実に示している。大部分のUボートは、米波レーダーのみを探知できるドラム型水密アンテナを附したシュノーケルを持ち連合軍航空機からの視認及びレーダー探知を $\frac{1}{2}$ 乃至 $\frac{1}{3}$ にしていた。当期の終りに近づくとドイツはレーダー被探知防止用ゴム状カバーをシュノーケルの頭部に附して連合軍のマイクロウェーブレーダーを防ぎ、被探知率を更に $\frac{1}{2}$ に減じた。多くのレーダーの初探知巨離が小なるため、海面反射区域内に入つて探知をミスすることになり、近巨離でシュノーケルをミスした数の方が遠巨離でシュノーケルを探知捕捉した数より多いものと推定される。

之等のシュノーケルの利点によりUボートは海底に沈坐して充電時のみシュノーケル深度迄上り航空機に対してはかなり安全に局地の長期行動ができた。シュノーケル使用時の速力が2乃至3節から6節に増すに及んで航空機の効力は更に減小した。然しシュノーケルにも欠点があつた。Uボートは水上の運動力を犠牲にしたため攻撃力は減小した。シュノーケル深度では潜望鏡の能力は害

われ、主機械の騒音は水中聴音機の使用を妨げる。更に長時間のシュノーケル使用は気圧の変化と時折の燻煙と深度保持上の細心の注意のため乗員の疲労を激増する。

之等の欠点にも拘わらず U ボートは水上で航空機警戒のため新型方向性マイクロエーブ捜索レーダーに依存するよりもシュノーケルによる安全の方を好んだ。シュノーケル使用の増加により飛行時間1,000時間に対する探知は減小し、全探知数に対するシュノーケル探知率は漸増して44年12月には50%を超えた。目視偵察は時折比較的遠距離でシュノーケルの排気煙や、それに伴う白波によってレーダーよりも効果の大きいこともあつた。

連合国は終戦迄シュノーケルに対する真の有効な対策を建て得なかつた。双眼鏡見張が強調されシュノーケル探知の最適の高度が決定された。レーダーと目視による掃航巾の減小を考慮して戦則が改正された。レーダーは探知力を増すため FTC (Fast Time Constant) 回路等の改正が行われ海面反射を消去してシュノーケルの探知を容易にした。小型目標探知のため 新型大勢力狭ビーム、短パルス、レーダーが設計され、試験の結果 X 帯 (3 綱波) で尖鋭ビームの AN/APS-3 及び、AN/APS-15 が、それ迄の波長の長いレーダーより優れていることが明かにされた。

終戦間際にソノブイが頻繁に用いられシュノーケル航行中の U ボートの大きな騒音をよく捕捉した。U ボートを視認した後投下されたソノブイが之を捕捉した率は分析の結果50%以上であることが判つた。

7.2.3 科学と技術

連合国は当期中も装備と戦術の完成に邁進し、水上艦艇用として、使い易く柔軟性ある遠心捜索法が発達した。概位の判つた U ボートを水上艦艇で再探知捕捉するため Operation Observant その他が生れた。水上艦艇の対潜戦果を検討すると、正しく計画が使われた時は 44%もの再探知がなされたのに計画が正しく使われない時は僅か28%であつた。

米国はソーナーの発展に努め MDC (Maintenance Of Deep Contact Feature) と深度測定装置の改良を行つた。又終戦直前には沈降速度が大で、且つ近接信管を附した MK 14 爆雷を造つた。

1943年と44年の成果に基き爆雷とヘツジホツグとスキツドの効果分析を英海軍で行つた。その結果によると 1 パターンの U ボート撃沈公算は爆雷 5%、ヘツジホツグ15%、スキツド20%である。スキツドを 2 重に使うと最も威力が大きいのが、攻撃回数は減小する。

然し最大の努力はシュノーケル探知法に注がれ、下の 2 法が探究された。

- (1) レーダー能力を改良して小目標でもよく捕捉できるようにすること
- (2) ソーナー探知の改良特にソノブイによる航空機よりの探知法

主な改良はブイの作動時間を長くして、その使用数を減らすにあつた。又精度の良い方向性ブイも考えられたが実用に至らなかつた。

ドイツ U ボート司令部も頽勢挽回のため種々の改良発達を行つた。1944年には LUT と云う新装置を魚雷に附して、その基準針路から任意の予調角度でジグザグできるように射程を伸ばし、又基準針路上の平均雷速を任意に予調できた。終戦間際にはドイツは自分で超音波を発振して目標の反響音の方向に向進する新ホーミング魚雷 Geier を造りつつあつた。その頃ドイツはその 740 屯及び

HP『海軍砲術学校』公開史料

1,200屯型 U ボートも 500屯型と同じ位速い潜航秒時にするための改良を行い、その主な点は巾の狭い、斜めに切落した前甲板であつた。

終戦近くにはドイツは超高速通信装置を普通の送信機に付けている兆候があつた。之は信文を磁気テープに吹込んだ上で高速で送るものらしく連合国の HF/DF への対策であつた。1944年初期ドイツは連合国のレーダーの正体を知つて S 帯 (10 ㎞波) レーダー探知機を完成し更に墜落した H,S 機から入手した X 帯 (3 ㎞波) レーダーを研究して、X 帯レーダーが U ボートに対し効果を發揮するに先立ち、之に対する探知機を造つた。之は44年晩春に Tunis 探知機として現われ、2 個のアンテナ即ち X 帯に対する Mucke と S 帯に対する Cuba Ia (Fliege) 及びパラボラ反射装置とを有し、水晶検波器を附し Naxos 2 増巾器に連結されている。方向はアンテナを乗せた方探を巡回して測定する。X 帯の Mucke アンテナは約 15° のビーム巾を持つので 3 ㎞波レーダーの方向は正確に測定できる。S 帯の Fliege アンテナは 10 ㎞波レーダーの方向を 90° の象限毎に探知できた。此の装置の特色は感度と巨離を増す方向性アンテナであるが、之を作動させるため、全周見張を犠牲にして艦橋当直員でアンテナを巡回しなければならず、又潜航に際しては取脱さなければならなかつたからシュノーケル使用状態では使えなかつた。捕獲した Tunis 装置を連合国側で試験した結果、連合国機に対する有効巨離は高度 500 呎の航空機に対する 20 哩から、高度 2,000 呎の 40 哩に至る程度で、浮上 U ボートからの S 帯及び X 帯に対する有効巨離は航空機のレーダー有効巨離よりも大であつた。結局 Tunis 装置は X 帯及び S 帯レーダー対策として成功した簡単有効なものであつた。然し此の装置はシュノーケルができてから少し後にできたのでドイツは積極的に之を使おうとせず、消極的なシュノーケルを選んだ。之は 1 つには Tunis 装置では連合国機が異つた波長を使つたり、又はレーダーを使わなかつた場合は役に立たなかつたのに対し、シュノーケルは防禦に役立つたからである。然し若し U ボートが此の装置を使つて水上行動を行つたら連合国の船舶被害は遙かに多かつたであろう。ドイツの製造した ㎞波探知機は凡て潜航時には取脱す方式で、シュノーケル用の水密式のものは著しい困難が伴つたので、旧式の米波探知機を使つていた。然し終戦時にはドイツは S 帯 X 帯及び赤外線に対して作動する水密アンテナを造つていた証拠があつた。

当期中ドイツは種々の豆潜水艇 (Seehund, Molch, Biber, Hecht, 及び Marder) を造つた。之等は水密操縦室から 1 人か 2 人の乗員で操縦され、完全潜航ができるもので、1943年 9 月 22 日の英国 X 艇の戦艦 Tirpitz に対する攻撃の成功に刺戟されたものである。之等の隊はドイツ海軍では U ボート部門に属せず、小型戦闘艦艇司令部 (KDK) に属していた。

Seehund (XXVII型) は之等豆潜水艇中最も威力あるもので、組立て方式により建造され、全長 39 呎、排水量 16 屯で、魚雷 2 本を持ち、乗員は 2 名であつた。速力は水上 6 節、水中 3 節、航続巨離 275 哩、行動日数は 3 日、耐圧深度 100 呎で潜望鏡を持つていた。豆潜水艇は主として侵入区域に使われたが、有効ではなく、成果は小なのに損害は大であつた。之は 1 つには完成前に戦場に入つたこと、1 つには乗員を訓練する暇がなかつたことによるようである。小型のために探知は困難であつたが爆雷に弱く、低速で操縦性悪く、航続巨離が小であつたので、平水を低速で航行する商船の攻撃にしか使えなかつた。44年 12 月 23 日から終戦迄に約 80 隻の豆潜水艇が連合軍に撃沈又は捕獲された。

敵は大西洋海戦でUボートに大損害を受けたので、全く新しい型の第一線用艦を建造しなければならぬ破目に陥り、連合軍侵入の危機に直面し、人的要素の不足に悩みながらも多数の熟練工を組立て式のUボート建造に充てた。之は敵がUボートに置いた重要度と、新戦の成功に托した希望の如何に大きかつたかを示すものである。

XXI型Uボートは主として好射点に就くための高速を出すために設計されたもので、元来はタービン推進の予定であつたが、高速用の船体設計が、ワルタータービンより先に完成したので、それは特別多数の電池を装備し最大水中速力15乃至18節を得た。水中10節での航続時間は11時間であつた。XXI型は全長250呎、基準排水量1,600吨、艦首に発射管6門を有し艦尾にはなく、魚雷20本を有し、乗員は57名であつた。水中無音航行速力は5節で、伸長式シュノーケルを持つていた。水上はディーゼル推進で最大速力は15節を出す真の航洋艦で水上航続距離は740屯型より大であつた。

XXIII型は地中海Uボート司令部の要求に基いて造られた沿岸用短距離型で、連合軍の侵入地域用にも有効であつた。その全長は114呎、基準排水量230吨、艦首発射管2門に魚雷2本を有し、乗員は14名、最大速力水上10節、水中12節、水中航続力は10節4時間半であつた。

XXI型、XXIII型共に区分組立て方式で4段階に分れていて、即ち先づ基礎部分は広く内陸水路沿いに分散した工場で作られ、次に船体のセクションは多くの造船所で組立てられて大造船所へ送られて溶接されて完全なUボートになり、最後に遮蔽された場所で艦装された。XXI型の結合工場はハンブルグ、ブレーメン及びダンチヒであつた。工場分散のため連合軍空襲の直接の被害は少なかつたが交通の杜絶による間接の被害は大きかつた。組立て式の第1艦は44年6月に竣工し、終戦までにXXI型120隻、XXIII型60隻が竣工した。然し両型共過早に量産に移されたので試運転中に幾多の欠陥が発見せられ、統統する故障は作戦参加を妨げた。東バルチック諸港の失陥と西バルチック諸港の爆撃並びに機雷敷設は、待望久しい新型艦による攻勢を更に後らせた。XXIII型は終戦迄に6回の哨戒に参加したが、XXI型は遂に降伏時迄作戦に参加できず、それに払われた多大の努力は水泡に帰した。

然し連合軍は水中高速Uボート対策を迫られて、英国潜水艦Seraphは短時間水中12節を出し得るように改装され、試運転の結果、対水中高速Uボートの新戦術が産み出された。

終戦迄にタービン推進のXVII-B型3隻が完成したが、之等は、それ迄の経験を取り入れ、ワルター機関によつて極めて高い速力を出す完全潜水艦たるべきXXVI型の戦術と改良点に関する資料を得るためのものであつた。過酸化水素燃料を使つてタービンから得られる高速力は持続時間に限度があるため、襲撃及び応急用にしか使えなかつた。シュノーケル深度での巡航用にディーゼルが又無音潜航その他のために少量の電池とモーターが装備されていたが水上行動は考慮されていながつた。XXVI型は全長184呎、乗員37名で水中最大速力は24節の予定で、その速力で持続時間は6時間と云ふことになつていた。発射管は艦首4門艦側6門で水中測的兵器によつて全没の儘発射を指向し、10本の金魚雷を1斉射で打てるようになっていた。

此の点に関し、対独勝利の日までにXXVI型は1隻も建造されずXXI型は1隻も作戦に出動しなかつた点を強調する。従つて此の第二次大戦の戦史としての結論は之等水中高速Uボートに関しては適用されない。

7.2.4 Uボートの撃沈

当期中の月間Uボート撃沈数は18隻で前期のピークより少し減少したが、その理由はUボートの行動数の激減にある。当期(44年6月から45年4月まで)の11ヶ月中の撃沈総数196隻中、ドイツは161隻日本35隻であった。

大西洋で撃沈したUボート148隻中、80%以上は英国周辺で沈めた。即ちビスケー、海峡海域59隻北方東西航路35隻、北海14隻、北東大西洋13隻である。他の27隻は大西洋各地に分布していた。

大部分のドイツUボートがシュノーケルを使つたため、その撃沈者としては水上艦艇が航空機を追越して首位に上りUボート92隻(47%)を撃沈した外、航空機と協力して別に15隻(8%)を沈めたのに対し航空機の撃沈数は57隻(29%)であった。大部分のUボートの行動が沿岸であったため、空母機の活動場面は少く、航空機の参加した全撃沈数72隻中14隻を撃沈したのみである。連合軍潜水艦は敵Uボート17隻(9%)を撃沈したが、その大部分は太平洋であった。機雷、事故及び自沈によつたものは15隻(7%)であった。

水上艦艇による攻撃の質は当期中最高に達し、攻撃に対する平均撃沈率は30%に達した。此の率は侵入期間中敵がシュノーケルを使い始めた頃は50%に上つたがUボートが1944年の最後の3ヶ月間に沿岸海域戦術を確立するに及んで20%に下り、45年初め数ヶ月間、英国護衛隊が沈坐Uボートの攻撃法に慣熟したので再び30%に上つた。

7.3 成果の調査

7.3.1 Uボート側の観点

此の最後の期間におけるUボート乗員の心理状態を捕虜の言から調べてみると、1943年末頃から彼等は戦争の結果とドイツ兵器の優秀性について疑問を持ち始めた。此の疑問はUボート司令部からの多くの約束に反して1つも艦に供給されずUボートの情況は日を遂うて不利になるに従つて強まり、第一線の乗員の熱意と指導者に対する信頼の念は薄れてゆき、指揮も機械的になつた。「命令は命令だ」と云う言葉がよくその事情を表わしている。多くの生存士官は、もはやUボートは当時の連合国の対潜戦術の前には攻撃兵器としての価値を失つておりと断言して憚らなかつた。然しこのような心理状態にも拘わらず彼等は終戦のその日まで厳正な軍紀の下に戦いに従事し1918年に起つたようなドイツ海軍崩壊の兆を見せなかつた。

当期中大西洋では月間13隻のUボートが沈没し、前期の16隻よりは少しく減少したがUボートの行動数は前期の61隻に対し当期は僅か39隻であった。従つて大西洋におけるUボートの行動寿命は前期の4ヶ月より更に下つて3ヶ月となつた。シュノーケルと長時間潜航戦術の採用にも拘わらず沿岸海域におけるUボートの作戦は、戦争初期、Uボートが潜航襲撃戦術を放棄した頃と同じ位危険が多かつた。

大西洋における交換率は前期と略々同様で1隻のUボートが沈没する迄に撃沈した船舶は0.6隻(3,300屯)であった。沿岸海域の船舶輻輳海域では月間撃沈数は少し増したが、喪失も増したのでバランスは変らなかつた。

終戦間際のシュノーケルUボートの採つた戦術には殆ど水上行動がなかつた。航行は推測航法、無線航法、測深及び潜望鏡による陸測等によつた。シュノーケル使用は概ね夜間行い、24時間中そ

の実施は4時間位であつた。シュノーケル使用中は昼夜とも潜望鏡の全周見張を行い、GSRの米波探知機を使い、又デーゼルを15分乃至30分毎に停止して全周聴音哨戒を行つた。一旦連合国防戒海域に入ると船団航路上で沈坐戦術をとり、聴音に感がなければ露頂深度に上らなかつた。魚雷発射の照準は依然潜望鏡が唯一の手段として使われたが、曲走魚雷の齊射を船団の方向に発射したり護衛艦や船団に対する聴音魚雷の単発は照準せずに行ふこともある。連合軍の反撃に対する避退法としては沈坐したり、モーターで3節又はそれ以下の無音潜航を用いたりした。

シュノーケルUボートが水上艦艇の関心の的となり、その主な難点は沈坐しているUボートと沈船の識別にあつたので英国近海の沈船を大々的に調査して、この問題は著しく改善された。

シュノーケルUボートはこのように沿岸海域で活動できたが大きな成果を齎らすには至らなかつた。戦争の最後の2年間の戦果を検討すると標準型Uボートはシュノーケルの有無に拘わらず連合国の対潜手段を克服して活動することはできなかつたことが判る。然し重要なことはUボート戦は1945年5月に決定的に終つたのでないと云うことを認めることである。ドイツは120隻のXXI型部隊の作戦準備を行いつつあり、更にXXVI型を造つていた。水中高速化がUボートの優位を取戻し、大なる損害を受けずに連合国船舶に大被害を与えたかどうかについては何とも言い難い。

7.3.2 連合国側の観点

連合国及び中立国は、凡ゆる原因のため月間平均11.4万屯を失つた。之は戦争中の最低であり、前期よりも約25%方少ない。建造船舶は月間85万屯で純増は月間73.6万屯であり、当期中を通じて800万屯であつた。

月間損失11.4万屯中敵によるものは8.4万屯であり、Uボートによるものは5.6万屯で67%、機雷によるもの1.5万屯18%（侵入作戦のため沿岸行動が増したことによる）航空機によるもの8,000屯（9%）、残り5,000屯（6%）は水上艦艇その他による。

当期末に連合国はドイツに勝ち、降服は1945年5月8日に行われた。連合国は1943年にUボートを敗り、以後無効の状態に封じた。攻撃と防禦の勝利の結果、大西洋を行動するUボートの寿命は3ヶ月となり、沈没迄に撃沈する船舶は僅か1隻となつた。然し連合国はドイツに侵入する以外には敵のUボート艦隊を撃滅できなかつた。敵の建造は全損失を補充できたからである。

戦況は標準型Uボートでは連合国の強力と空軍力の下では水上行動ができないことを示したが、Uボートは連合国機を遠距離で探知できるレーダーや探知機を持たなかつたことを忘れてはならない。標準艦Uボートは水上には出られず水中速力と持続力は小であつたので嚴重に護衛された連合国船団には有効な作戦ができなかつた。之に対するドイツの解決策は水中速力と持続力が大で、全く水中のみを行動できるXXI型とXXVI型の建造であつた。之等は航空攻撃に対しては標準型シュノーケルUボートと同じく安全であり、水上艦艇からの攻撃に対しては水中高速のため遙かに安全であつた。船団に対しては水中で近接し、又追付くことができるため極めて有効だつたであろうが、それ以上の試験や演習をやらない以上それが標準型より50%優れているのか、10倍良いのか決めるわけにはいかない。然し第二次大戦の戦史から我々は之等新型Uボートは、此の最後の期間に活動したシュノーケルUボートに対し、1942年の1月から9月までのようなピークの戦果を挙げるのに、船舶撃沈力は8倍、安全性は4倍位あつた筈だと結論を下すことができる。

第 8 章

第二次大戦中の対潜戦闘の要約

8.1 全 成 果

開戦時には U ボートは既に英国近海にまたがって配備せられており、戦争全期を通じてのその目的は英国に出入する商船の流れを痛めつけるにあり、その試みの戦闘は全世界を半周して行われた U ボートは開戦時から1943年夏の潰滅的敗退に至るまでは主導性をとつたが、爾後はその努力は無為に帰し終戦時には在来型の U ボート戦は停頓状態にあつた。敵がその水中高速 U ボートによつてどの程度の成果を挙げ得たかは推測の外はないが、重大な脅威になつたには違いない。

大戦中のドイツ、イタリー及び日本 U ボートは連合国側に総計船舶2753隻 1455.7万屯の被害を与えた。(註参照)この成果に対し敵側は重大な損失を被り、喪失した U ボート数は独 733隻、伊 79隻、日 99隻に上つた。然し敵側はこの成果を挙げるため約1500隻の U ボートを建造した。

従つて U ボート 1 隻の沈没に対して連合国船舶 3 隻が撃沈され、U ボート 1 隻毎の建造に対し船舶 2 隻宛が失われたことになる。更に連合国は大規模で高価な対潜戦闘を続けなければならず、之がため他の方面に対する注意が著しく分散された。之等の点については U ボート戦は、結局は敗れたとは云え、敵にとつて有利なものであつた。ドイツの U ボート戦のみについて考えればこの結論は著しく強まる。1943年 6 月迄は彼等は疑いなく成功したが、それ以後の作戦は同じように連合国にとつて完全な成功であつた。

8.2 主なる発展のあと

開戦となるやいなや無制限 U ボート戦が開始されたが英国は之を予想して、数日後にはかねて計画していた船団組織を実行した。然し行動していた U ボート数が少なかつたので、規模は小さく、連合国の使用し得た対潜艦艇も船団に対して微弱な護衛しかできなかつた。

U ボートは先づ英国近海にその勢力を集中して露頂深度から昼間襲撃を行つた。その戦術は極めて攻勢的で連合国船舶に重大な被害を与えたが、自らも亦英国水上艦艇の反撃を受け、そのアズデイックによる攻撃はドイツが予想していたより遙かに威力があつた。U ボートはこの英国護衛艦艇の成功に驚きあわて、その注意の大部を独航船に向けたので、船団船は護衛力が貧弱でも比較的安安全であつた。

1940年 6 月フランスの失陥と共に英国の戦略的地位の低下は、U ボート戦に大きな影響を及ぼした。先づ英本土侵入に備えて、艦艇航空機の大部は英国東海岸の哨戒に向けられて対潜任務から離れた。次にビスケー湾基地の入手によつて戦場への往復巨離が短縮し U ボートは大西洋上遠く作戦できるようになつた。

U ボートは潜航中に大きな反撃を受けた結果、戦術を大きく変更して夜間水上襲撃に転じ、以後

(註) この要約に使つてある数字は1945年11月19日付 CNO 記録に基いており、前諸章の数字とは必しも正確には一致していない個所もある。特に攻撃に対する認定はドイツ降伏後のドイツ側情報に基き若干変つている。然し附表第 1 に見るように終戦時できていたそれ迄の認定も概ねドイツ側の潜水艦喪失記録とよく合致するので、前諸章の論述に対し信頼し得る根拠を与えている。

戦争中の大部を通じてその方法が用いられた。Uボートは英国護衛艦の弱点に乗じて船団に数多くの攻撃を行つた。即ち夜闇に至るまで船団を追跡し、それから浸洗状態にして襲撃を行い、終わつたら水上高速で避退した。この方法は極めて成功し個艦の勇敢な攻撃の結果Uボートの戦果は大いに揚つたが危険もそれに比例して多く、Prien, Kretschmer, Schepke等の名艦長は各20万屯の戦果を挙げたが、何れも1941年3月に戦死した。

この水上襲撃に対する最も顕著な対策はレーダーの登場で1940年11月、間に合わせのレーダーが護衛航空機に装備されたが、その初期には効果は少なかつた。英国は船団組織に種々の改良を行つて護衛隊を編成したり、海軍省で運航統制を行つたり、船団航路を大きく回避させたりしたのでUボートの船団攻撃は著しく困難になつた。

1941年初期になるとドイツのUボート建造計画の成果が現われ始めた。ドイツは短期戦を望んだので、1939年にはUボート部隊は少ししか持たなかつたが、英国との長期戦が明かになるに及んでUボート建造に重点が置かれ、1941年には月に約20隻が就役し始めた。之に対応してUボート要員も激増し、そのため当然、経験と能力は全面的に低下した。この傾向は良く訓練された乗員の喪失によつて拍車をかけられた。

之がため1941年春、勇敢な個艦船団攻撃は改正され、船団護衛に打勝つ狼群攻撃法が採用された。その方法は最初に船団を発見したUボートが襲撃を差控えて船団を追跡して、多数のUボートが攻撃に参加できるように之を呼寄せ、好機に乗すると共に攻撃艦側の被害を減少させた。此の戦術に呼応してUボートを、逐次航空哨戒が嚴重になつた英国近海から西方及び南方に移し、独航船の攻撃に努めた。

この改正の結果、英国は渡洋船団に全航程護衛を行わなければならなくなつたが1941年6月のドイツのロシア侵入によつて英本土上陸の危険が去つて艦艇航空機を対潜作戦に戻し得たことと、9月の米国海軍の船団作戦加入とによつて救われ、Uボート行動数の激増にも拘わらず連合国の船舶被害は増さなかつた。

1941年に英国ではいま1つの改良が行われて対潜戦闘に大きな威力を加えたが、それは航空機によるものであつた。航空哨戒は最初からUボートを悩ましてはいたが適当な兵器がないため、攻撃成功の率は少なかつた。然し遂に浅深度で爆発する航空爆雷の必要なことが判り、25呎調定深度が使われ始めた。此の小さな改良により航空機はUボート撃沈者として水上艦艇と同じ程度に有力なものとなつた。

1941年末の米国参戦によつてUボートの作戦範囲は激増した。ドイツは急増しつつあつたUボート大部隊を持つていたので米国沿岸の防禦薄弱な船舶運航に全面攻撃をかけることができ、最初の中はその餌食を何の妨げもなく撃沈できたので、連合国の被害は破滅的な量に達し、1942年6月に例をとれば船舶140隻69.8万屯が失われた。然し防禦措置は逐次講ぜられ遂にはUボートは撤退の已むなきに至つた。5月には米国東部海域に船団運航が始まつて被害は減つたが、メキシコ湾海域の被害が上昇した。メキシコ湾のUボートの成功は短期間で終つたが、カリブ海は1942年の夏中は依然弱点であつた。然し船団と航空哨戒の漸増とによつて年末迄にはUボートを駆逐し彼等は再び北大西洋へ戻つた。

その頃東大西洋の U ボートの活動は停止状態だつたので、英国は U ボートの西大西洋への往復路に反攻を加える余裕ができ、ビスケー湾を哨戒する英国沿岸航空部隊はレーダーと探照灯とで 1942 年夏中、U ボートに大損害を与えたが、遂にドイツはレーダー探知機を発達させて対抗するに至つた。

連合国は重大な船舶の被害の直接の対策として 1942 年に大建造計画を樹てたが、同年末までは U ボートによる撃沈は建造を上廻つた。

10 月には U ボートは北大西洋に戻り、基地航空機の到達できない洋心部の空隙で渡洋船団を攻撃した。U ボートは自由に水上を行動して大狼群を作り、その数は 10 隻以上、時には 30 乃至 40 隻に上ることさえあつた。此の種の攻撃を受けたため護衛隊形が乱れ、防禦体制が崩れるに至つたことも少なくない。

北アフリカ侵攻船団は嚴重な航空護衛のため大なる被害を受けずに英国から目的地に到達できたが、一般船団の被害は依然多く 11 月には 70 万屯を失うに至つた。100 隻以上も行動している U ボート部隊に対しては有力な S 帯レーダーを装備した護衛艦でさえも不適当であつた。重大な被害は冬中也続き、その大部は北大西洋であつたが他の各地でも相当の被害があつた。

1943 年春、船団は洋心の空隙を若干の航空哨戒で補つて貰えるようになり、極めて有効なことが実証された。即ち少数の VLR (大遠距離) 機が 3 月に出現し、又護衛空母が船団護衛に参加し始めた。多数の U ボートが撃沈されたが、彼等は 5 月上旬 ONS 5 船団との決戦で駆逐される迄集団攻撃を続けた。5 月 17 日以後北大西洋では暫くの間被害がなかつた。

このように航空機の船団防禦上の威力が顕れてくる一方、英国沿岸航空部隊は U ボート往復路の攻撃にも成果を挙げた。即ち 1943 年初期に S 帯レーダーが採用されて発見数と攻撃数は激増し、5 月中に大西洋で撃沈した U ボート 37 隻中、11 隻はビスケー湾におけるものであり、この成功は夏の終りまで続いた。

7 月には U ボートは連合国側防禦の弱点を求めて広く各地に分散したが、完全に失敗し、洋心でも護衛空母に攻撃されるに至つた。大西洋では 34 隻の U ボートが大部分は航空機のために撃沈されたので、彼等は攻勢的な水上行動を放棄し、昼間は航空機を避けるため潜航した。ビスケー湾横断には超保守的戦術がとられた。

このように機動力を失つた U ボートは 9 月 10 月は何の成果も挙げなかつたが、護衛艦に対する聴音ホーミング魚雷を以つて北大西洋船団攻撃に復帰を試みた。然し重大な損害を受けて敗退した。即ち 10 月中に船団攻撃で 22 隻の U ボートを失つたのに商船 3 隻と護衛艦 1 隻を沈めたに過ぎなかつた。英本国ジブラルター間の船団攻撃をも企てたが之も失敗し、U ボートは完全な防禦態勢に立つの己むなきに至つた。

その冬の残りの期間は U ボートは連合国側の攻撃を避けるため、長時間潜航の方針をとり、事実上船舶の被害はなかつた。U ボート行動数も著しく減り、彼等は連合国の探知を避けるための S 帯レーダー探知機の製造に全力を注いだ。

U ボートは 1944 年 6 月のノルマンディー上陸時に至つて初めて攻勢行動をとつたが、英仏海峡の船舶攻撃行動は、艦艇航空機の嚴重な哨戒に妨げられて短期間に終り、水上行動を放棄して航空機

から探知され難いシュノーケル行動に移った。彼等は沈坐によつて音波伝播状況の不良と沈船の多いことを利用してアスデイツクによる探知を逃れ、英国沿岸海域で、若干の船舶攻撃に成功したのに対しUボートの撃沈数は低下の一途を辿った。

8月、9月にUボートはビスケー湾からノルウェー沿岸に移り、英国周辺に対し小規模の攻撃を行つて最初の中は若干の成功を収めたが、1945年春には連合国水上艦艇は之等の状況下における対潜攻撃法に慣熟し、又陸戦の勝利の結果Uボートから、その基地と陸上施設とを奪つた。敵が優勢を回復せんとする唯一の望みはXXI型水中高速艦であつたが、生産上の困難とドイツ国内全般の崩壊のため、1隻も対連合国哨戒に出撃するに至らなかつた。

1945年5月のドイツ降伏によつてUボート戦は事実上終つた。日本Uボートは第二次大戦中の残りの期間には連合国に対して重大な関心の的とはならなかつた。

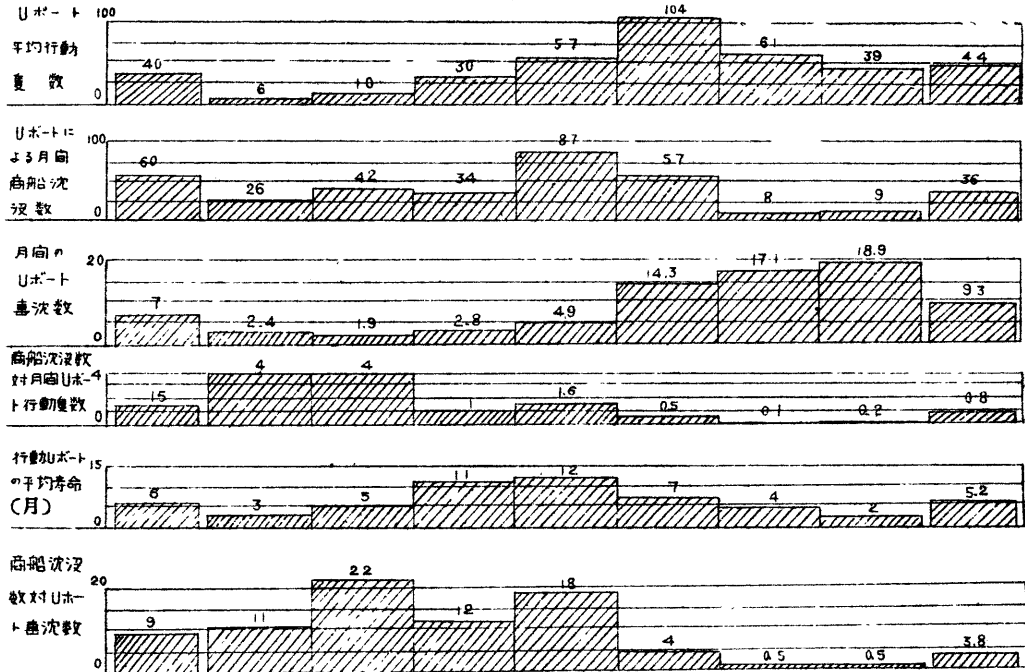
8.3 図 表

対潜戦闘の主な統計は下の図表に示されている。

1. 第1図 大戦中の7期の各におけるUボートの及び対潜戦闘の兵力並びに成果を示す。記事として各期の主な特徴を附記した。
2. 第1表 各種原因による連合国船舶の損失と建造による増加を示す。
3. 第2図 第1表の資料を図示してある。
4. 第2表 各期毎のUボート喪失を原因別に示す。
5. 第3図 第2表の資料を図示してある。
6. 第3表 各期毎のUボート喪失と建造による増加を示す。
7. 第4表 各期毎のUボートによる船舶被害とUボート撃沈数を示す。
8. 第5表 各期毎の大西洋と地中海におけるUボートに対する艦艇航空機の攻撃の効果を示す。

HP『海軍砲術学校』公開史料

第1図 第二次大戦中の7期におけるUボート及び対潜作戦



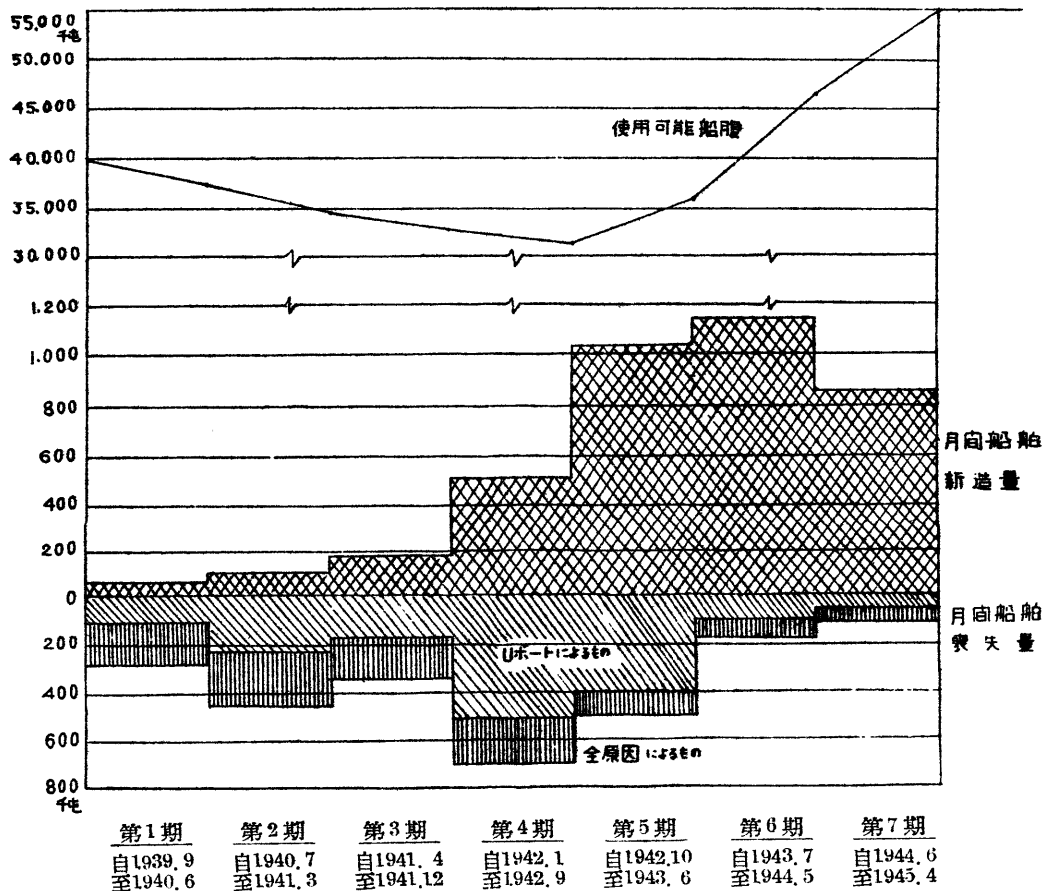
期間	第一次大戦 自1917.8 至1919.7	第1期 自1939.9 至1940.6	第2期 自1940.7 至1941.3	第3期 自1941.4 至1941.12	第4期 自1942.1 至1942.9	第5期 自1942.10 至1943.6	第6期 自1943.7 至1944.5	第7期 自1944.6 至1945.4	第二次大戦 総計 自1939.9 至1945.4
Uボート	(Uボートによる商船沈没数は当時の商船屯数が小さかつたため減小してある)	○Uボートは英国近海に行動	○Uボートはフランス基地獲得	○連合船舶団航路を分散	○Uボートは商船攻撃のため米国東岸に移動	○Uボート; 北大西洋船舶団を間隙地帯で攻撃	○Uボート, 南大西洋の弱点を求めて分散す	○Uボート, 航空機として侵入して主として英近海に作戦	
戦及び対	○連合船舶団採用	○昼間潜望鏡襲撃実施	○英国西方近海で作戦す	○Uボート船団に狼群戦術を開始	○42年6月, 被害はピークに達しUボートのため140隻を失う	○大狼群護衛艦を圧倒す	○Uボート, 航空機に対し水上で反撃す	○Uボート浅海における沈没戦術採用	
潜戦斗の	○水中聴音機及び爆雷使用	○連合船舶団による船団を使用	○船団に対する夜間水上襲撃実施	○Uボート西方及び南方に移動	○42年7月米東海岸の船団強化	○大遠距離航空機及び護衛艦を埋む	○航空機Uボートに大損害を与う	○Uボート, フランスの基地を失いノルウェーに移動	
概要	○航空機はUボートに対しては機して有効でなかつた	○Uボートは軽度の護衛による船団を使用	○連合米波レーダー採用	○連合大洋横断全航程護衛を採用	○43年9月, 米国護衛艦船団に随伴開始	○43年春連合航空機, S帯レーダー使用	○Uボート, 長時間潜航採用の己むなきに至る	○Uボート, 機動力喪失のため攻勢を失う	
		○Uボートは無航跡電池魚雷使用	○41年3月, 3人のUボートのエース戦死す	○41年9月, 米国護衛艦船団に随伴開始	○航空爆雷を20呎に改調	○航空機攻撃力を増す	○Uボート, 機動力喪失のため攻勢を失う	○Uボート, 聴音機と, S帯レーダー探知機(GSR)を使用	
		○Uボートは無航跡電池魚雷使用		○Uボートは人員急増のため実力低下	○Uボート, 米国東岸より駆逐さる	○43年3月 ONS-5 船団の攻撃にUボート大敗す	○Uボート, 機動力喪失のため攻勢を失う	○Uボート, 聴音機と, S帯レーダー探知機(GSR)を使用	
		○Uボートは無航跡電池魚雷使用		○41年12月米国参戦		○Uボート北大西洋より撤退す	○Uボート, 機動力喪失のため攻勢を失う	○Uボート, 聴音機と, S帯レーダー探知機(GSR)を使用	

HP『海軍砲術学校』公開史料

第1表 連合国及び中立国船舶の月間喪失量及び建造量（期間，原因別，単位千吨）

原因	第1期 自1939.9 至1940.6	第2期 自1940.7 至1941.3	第3期 自1941.4 至1941.12	第4期 自1942.1 至1942.9	第5期 自1942.10 至1943.6	第6期 自1943.7 至1944.5	第7期 自1944.6 至1945.4	総平均 自1939.9 至1945.4
Uボートによる沈没	106	224	175	508	394	105	57	214
航空機	29	61	76	70	21	35	8	41
水上艦艇	14	87	17	40	7	4	2	23
機雷	58	27	20	11	9	5	15	20
その他の敵の行動	16	5	34	26	5	2	3	12
敵行動による沈没計	223	404	322	655	436	151	85	310
海難事故による沈没	58	52	40	49	55	32	39	46
凡ての原因による沈没計	281	456	362	704	491	183	124	356
新造	57	114	175	515	1,026	1,160	850	580
月間純増減	224	342	185	189	—	—	—	—
減	—	—	—	—	535	977	726	224
増	—	—	—	—	—	—	—	—
使用可能船腹（百万吨）	40.0	37.8	34.7	33.0	31.6	36.1	46.9	55.0

第2図 第二次大戦中の連合国商船隊の状況

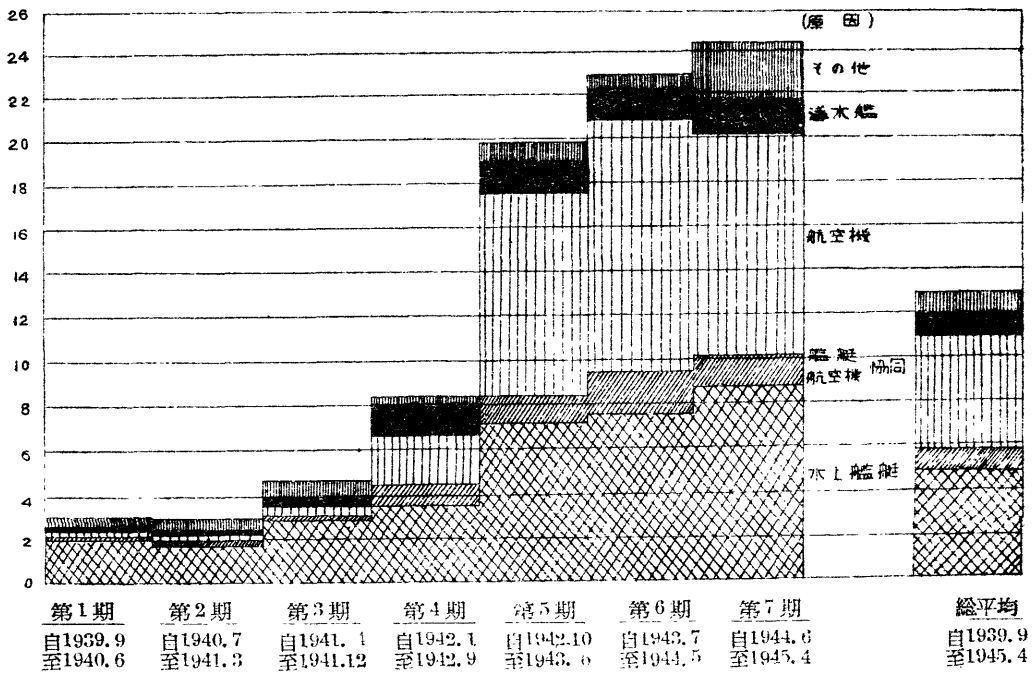


HP『海軍砲術学校』公開史料

第2表 月間Uボート平均撃沈数（全世界分，期間及び原因別）

原因	第1期 自1939.9 至1940.6	第2期 自1940.7 至1941.3	第3期 自1941.4 至1941.12	第4期 自1942.1 至1942.9	第5期 自1942.10 至1943.6	第6期 自1943.7 至1944.5	第7期 自1944.6 至1945.4	総平均 自1939.9 至1945.4
水上艦艇による撃沈	2.1	1.7	3.0	3.6	7.2	7.5	8.8	5.0
艦艇航空機の協力	0.1	0.3	0.2	0.9	1.2	2.1	1.4	0.9
航空機による撃沈	0.3	0.2	0.4	2.2	9.3	11.3	10.0	5.1
潜水艦	0.2	0.3	0.4	1.3	1.4	1.3	1.5	1.0
その他の原因及び原因不詳	0.5	0.6	0.7	0.4	0.8	0.8	2.6	1.0
計	3.2	3.1	4.7	8.4	19.9	23.0	24.4	13.0

第3図 期間及び原因別，月間Uボート撃沈数



HP『海軍砲術学校』公開史料

第3表 ドイツUボート概況 (500屯以上の航洋型のみ)

期 間	期初隻数	建造数	喪失数	期末隻数
第1期 (1939. 9-1940. 6)	30	15	23	22
第2期 (1940. 7-1941. 3)	22	45	13	54
第3期 (1941. 4-1941.12)	54	174	28	200
第4期 (1942. 1-1942. 9)	200	200	50	350
第5期 (1942.10-1943. 6)	350	178	142	385
第6期 (1943. 7-1944. 5)	385	250	215	400
第7期 (1944. 6-1945. 4)	400	180	234	350

第4表 期別Uボートによる商船沈没数及びUボート撃沈数 (全世界)

期 間	Uボートによる沈没商船数		Uボート撃沈数			
	数	屯数(千屯)	独	伊	日	計
第1期 (1939. 9-1940. 6)	256	1,058	23	9	—	32
第2期 (1940. 7-1941. 3)	379	2,020	13	15	—	28
第3期 (1941. 4-1941.12)	325	1,580	28	14	—	42
第4期 (1942. 1-1942. 9)	878	4,575	50	15	11	76
第5期 (1942.10-1943. 6)	603	3,546	142	16	18	180*
第6期 (1943. 7-1944. 5)	192	1,150	215	10	27	252
第7期 (1944. 6-1945. 4)	117	618	234	—	35	269
第8期 (1945. 5-1945. 8)	3	10	28	—	8	36
総 計	2,753	14,557	733	79	99	915*

* フランス ヴィシー政府の4隻を含む

第5表 連合国のUボート攻撃効率 (期間別, 大西洋及び地中海分)

期 間	航空機による撃沈破百分比		水上艦艇による撃沈破百分比	
	少くとも被害を与えたもの	撃沈	少くとも被害を与えたもの	撃沈
第1期 (1939. 9-1940. 6)	10%	1%		
第2期 (1940. 7-1941. 3)	10	2½	満足すべき記録なし	
第3期 (1941. 4-1941.12)	25	2½		
第4期 (1942. 1-1942. 9)	20	3	15%	5%
第5期 (1942.10-1943. 6)	25	10	25	10
第6期 (1943. 7-1944. 5)	40	25	30	20
第7期 (1944. 6-1945. 4)	35	18	35	30

後 編

対潜戦闘とその効果

前編に述べてきた第二次大戦中の対潜戦闘の史実的要約から、対潜戦闘の一般的戦略戦述に関する多くの結論が導き出されるが、その最も重要なものにつき、以下諸章で論述し、オペレーションリサーチグループの研究によつて得られた多くのデータによつて論証して行こう。

大部分の結論は特定の戦術問題、例えば、攻撃用の兵器、搜索の正しい戦術、船団の防禦法等に関連している。之等は何れも、対潜戦闘の全体目的及びその目的達成上の各種の方法を包含する大きな構図の部分をなしている。

前編から既に明かなように対潜戦闘は単に敵潜水艦の破壊のみではない。若し敵の全潜水艦を撃沈することができたならば対潜戦闘の任務は勿論達成されるのであるが、種々の理由により、之を行うに十分な兵力を持つことはできない。潜水艦は広漠たる大洋の中における小さな逃れ易い目標であるため発見は極めて困難であり、一旦発見しても手剛くて之を攻撃するのは容易な業ではない。敵が潜水艦を建造し得る限り、その若干数を何時も外洋に行動させることができ、第二次大戦中の連合国の極めて有力な対潜に関する努力を以つてしても、ドイツUボート部隊の大きさを著しく減殺することができず、単に拡大を阻止できただけであつた。

対潜戦闘は、敵の戦争遂行能力を奪い去ることを最終目的とする複雑な全体的戦略の一部と考えなければならない。この目的は敵の軍事的又は経済的の戦争機構即ち行政組織、運輸、人的要素、装備、生産施設等を、単に敵の周辺部において少し宛切取るのではなく、その心臓部において叩き或は敵をして、叩く能力を我が方が持つていると信じ込ませて奪取又は破壊することによつて終局的に達成される。為し得るならば周辺部は無視して直接最終目的に突進することが最も有効で、之が電撃作戦及び包囲戦に内在する哲理である。

対潜戦闘の目標は敵を敗北に至らせるための軍事行動に必要な海面の使用を確保させることであり、全面的勝利に必要ではあるが充分ではない補助的行動である。此の観点からすれば対潜戦闘の真の目的は消極的なものであり、敵潜水艦の目的達成を阻止するものである。

此の問題分析の第1段階は敵潜水艦作戦の価値を概観することにある。対潜戦闘の目的はこの価値をできるだけ削減することであり、それによつて一般戦略が立案されるのである。

潜 水 艦 作 戦

海軍艦艇等の中で潜水艦の有する独特の価値は敵の**支配する海域で活動**できる点にある。浮上中でも潜水艦は視認又はレーダー探知目標としては極めて小さいものである。潜航すると水中測的以外からは完全に消え去り、水中測的も有効巨離は短く、かつ信頼性に乏しい。(注、潜没潜水艦の視認は極めて稀である。磁気探知も有効巨離は水中測的より遙かに短い。)之がため潜水艦は、敵の哨戒のため水上艦艇の近寄れないような場所で行動できる。此のような場所は、航空機の行動圏外であることが少くない。このように潜水艦は**基地から遠く離れた敵の勢力範囲**で行動し得る主要な、そして多くの場合唯一の兵力となつている。

その行動には各種のものが含まれる。或るものは敵中深く入らなければ得られないような情報の収集であろう。此の種の任務には定期的偵察や気象通報や或は又諜者の揚陸がある。或るものは他の手段では達成できない孤立した地方に対する補給輸送任務があるであろう。然しながら潜水艦の主任務は攻勢的なもの、即ち戦闘艦艇及び商船に対する攻撃である。過去の実績の示す処によれば、最も価値の大きい潜水艦の活動は商船の攻撃であり、対潜戦闘はこの対策として緊要なものなのである。

人間は陸上動物であるので、海洋は人間にとっては1つの陸地から他の陸地へ行く交通路か又はそれ等の間の妨害物としての価値しかない。海洋の支配とは、支配者に之が使用を確保させ、敵に使用させないことである。潜水艦の艦船攻撃は海洋を支配するには至らず敵に自由に之を使用させないものであつて、此の消極的意味においては潜水艦部隊は完全な支配を爲し遂げ得るのである。此の事が行われて、敵が必要な物資の輸送を妨げられる限り、潜水艦攻勢は戦争の進展に大きく寄与する。

潜水艦が対艦船攻撃を行うには、目標の探知捕捉、魚雷射程内への近接及び襲撃の3つを行わなければならない。之等の第1は搜索の問題で別冊『搜索及び護衛』(Search And Screening)で潜水艦を搜索艦として論述してある。探知は視認レーダー及びソーナーで為され、一般に探知巨離は視認が最大で、ソーナーが最小であるが、状況によつて異り、例えば暗夜では視認状態は悪く、ソーナーは水中音波伝播状態が悪ければ低下する。

潜水艦は低速であるため、それは搜索力の大きい艦とは言えず、多くの探知を得るため船舶の密集する方面で行動しなければならない。船舶の密集する方面を選ぶには敵船の予想位置を知らなければならない、それは諜報資料に基づくか又は局部的に潜水艦同志の協調によつて得られる。ドイツUボートの狼群戦術は多くの潜水艦をお互の探知によつて呼寄せせるもので、1隻のUボートが目標を探知すると他のUボートも同じ目標に集つてくる。

探知できると潜水艦は襲撃を行うため、魚雷の有効射程内に近接しなければならない。潜水艦が目標よりも高速であれば、近接は大して困難ではなく、実際探知した船は全部襲撃できるが、潜水艦が潜航して運動しなければならない場合又は目標が極めて高速の場合は、潜水艦が目標の前程に占位していなければ近接はできないし、近接運動に僅かの誤差があつても、適当な位置に占位できない。

射点到達すると魚雷を発射するのであるが、その成否は発射諸元の精度と発射魚雷の駛走状態如何による。

対潜戦闘の主目的は潜水艦が之等の段階を踏む能力を減殺するにあり、対潜努力の成否は之等の項目で決定される。即ち対潜戦闘はそれ自体が目的ではなくて、単に海洋を輸送に使う能力を最も高い水準に維持することを確保する手段に過ぎない。

対 潜 手 段

或る種の対潜手段は、潜水艦が艦船攻撃行動に特有の面を遂行するのを妨げるために特に考えられたものである。既知の潜水艦所在面を船団が回避する航路をとることは、潜水艦が船団を探知する機会を減少させるために全面的に使われる。若し全船舶が常に潜水艦をかわすことができれば、

潜水艦の威力は激減するであろう。然しこのような方法は運航を著しく遅らすから潜水艦の努力は全く空費されるわけではない。他方、潜水艦と戦うための各種の手段は多くの役割を果たす。船団の附近に航空哨戒を続けることは潜水艦を発見して、回避の余裕を与えると共に航空機は潜水艦に潜航を強い、船団を追跡して攻撃を加えることを妨げるのみならず、潜水艦を攻撃撃沈する幸運に恵まれることもある。凡ゆる対潜手段の全体価値は潜水艦を無効に帰する凡ての方法に基いたものでなければならない。

潜水艦の船舶探知率を減小するための最も明確な方法は**航路回避**である。若し潜水艦の位置がはつきり判つている場合には之を回避して、その潜在面附近の船舶密度を激減することができる。船団運航は実際に潜水艦からの探知率を減するいま1つの方法である。即ち各船団の平均隻数を n とすれば潜水艦からの探知率は独航に比して $\frac{1}{n}$ に減する。 n は50乃至100に及ぶから、その結果は顕著である。航空哨戒も前述のように、潜水艦を長時間に亘つて潜航させ、その結果探知巨離を減じ狼群の構成を妨げる。更に間接的な方法であるが**水上艦艇航空機兩者**による哨戒とハンターキラー作戦も同様な威力を持つ。船舶輻輳する海域において攻勢行動を集中すると潜水艦を之等海域から、船舶探知率の低い海域へと追払うことができる。此のような攻勢の表面上の目的はUボートの撃沈であるが、その主要な効果は、Uボートに利益の少い戦術をとらせることであり、この効果はUボートの撃沈が取るに足らぬ程の數に減つてもなお価値のあるものである。

潜水艦の近接を妨げる方法は、船団及び単船に対する**各種の護衛**である。航空護衛は潜水艦に潜航を強いて、その機動性を奪い、船団を追跡したり、翼側や後方から之を追越して襲撃を行い得るような前程に進出したりできないようにする傾向を持つ。若し潜水艦が船団の前方から之を探知した場合でも、潜航接敵は、一部分浮上して接敵するのに較べると困難が多く、失敗を招き易い。

若し潜水艦が勇敢に水上で船団に近接する途を選んだとしたら途中で発見され攻撃を受け、経験の示す処によれば殆ど確実に潜水艦側の成功の可能性は失われる。之に呼応して護衛艦は近接運動の終りの方の段階で潜水艦を妨げ、それを避けなければならないため潜水艦側の問題は複雑になり解決を誤ると射点到達に先だち発見され反撃され易い。船の側が最大速力を出したり之字運動を行つたりすると潜水艦側の問題は益々難かしくなる。

潜水艦が射点に到達した後の最終の攻撃を妨げることは過去において極めて成功したとは言えなかつた。水上艦艇が存在することだけで或程度の妨害になり、之字運動も幾分かは発射の精度を落とす運動力ある船は充分な警告があつたり、特製の魚雷探知器が装備されている場合には回頭して魚雷を避けることができ、又防雷網その他の装置を流して魚雷を防ぐこともできる。之等の装備や戦術の例は凡て潜水艦の発射魚雷の効力を減ずるためのものである。

之等の潜水艦の成果を阻止する主として守勢的な方法を補うものが対潜戦の攻勢面である。潜水艦が船舶を撃沈するのを妨げる最も確実な方法は先づ潜水艦を撃沈することである。此の観点からすれば1隻の潜水艦を撃沈することは、その潜水艦が以後の作戦寿命中に普通に沈めるべき数だけの船舶を救つたことになる。例えば潜水艦は平均10回作戦行動を行い、毎回2隻の船舶を撃沈するとすれば、若し潜水艦1隻を撃沈すると、潜水艦は平均してその作戦寿命の半で撃沈されることが最も多いから、平均10隻の船舶を救つたことになる。(此の種の比較は第13章に述べる如く沈没

率から明かに導き出せる。此の直接の潜水艦部隊の滅殺に加えて撃沈は、潜水艦乗員の訓練と経験とを減小する傾向を齎らす。例えば若し潜水艦の撃沈率が高くてその作戦行動寿命が4回に過ぎなかつた場合は、10回行動の経験を持つ乗員数は極めて少くなる。その結果として起る経験者の欠乏は算定困難なハンディキャップではあるが極めて重要な事項であることは疑を容れない。攻勢行動の価値は敵潜水艦部隊の戦果の減小によつて、その一部が表わされているに過ぎない。

之と同時に士気に重大な影響のあるのが常である。潜水艦作戦の威力は潜水艦部隊乗員の技能と決意から切離せないものである。熟練者が次々と失われるため、喪失率は多くなつて全体の技能を低下させるばかりでなく、乗員の決意を減小させる。潜水艦が船団を攻撃せんとする時撃沈される公算は、乗員にとつては理論的な作戦立案者よりは遙かに大きな重要性を持たざるを得ない。従つて潜水艦乗員は理論的には有利な場合でも、その心理に明かな自滅的傾向を持たない限り、高い被害率を有するような作戦を避ける。

此の短い概説から対潜戦闘には多くの困難な面が内在することが明かに判る。以下諸章には、その内在する一般原則を解説するため、多くの特定の問題について論述する。論述の目的は2重の基盤を有する。即ち第1は対潜戦略戦術に対する重要性であり、第2はオペレーションリサーチの方法の例としての興味である。

第9章 独航船の安全性

前編に指摘したように、潜水艦の解くべき問題は先づ船舶を探知し、(訳者注、探知には、視認によるものを含む、以下同じ) 次に好射点まで近接し、最後に魚雷を確実に命中させるにある。従つて船舶の安全性を増すための手段の分析を同じ一般カテゴリーによつて始めるのが適当であらう。

9.1 潜水艦からする船舶探知力の減殺

先づ第一に、各潜水艦からの探知を減ずる方法は凡て船舶の安全性を増すものである。例えば1隻の船が潜水艦の出没する大洋を通つて2つの港の間を航行することを考えてみよう。

大洋中1湊平方毎にD隻の潜水艦が居り、各1湊平方の掃航率を毎時Q平方湊とする。(掃航率Qは別冊「搜索と護衛」に定義する。Qは掃航者が単位時間内に完全に検査できる有効区域である) 船の航程をl、速力をvとすれば、潜水艦部隊が船を探知する予想回数は

$$N_0 = DQ \frac{l}{v} \quad (1)$$

N_0 を小さくするためにはD、Q及び $\frac{l}{v}$ を小さくしなければならない。之等の要素を逐次考えよう。

9.1.1 潜水艦の密度の減殺

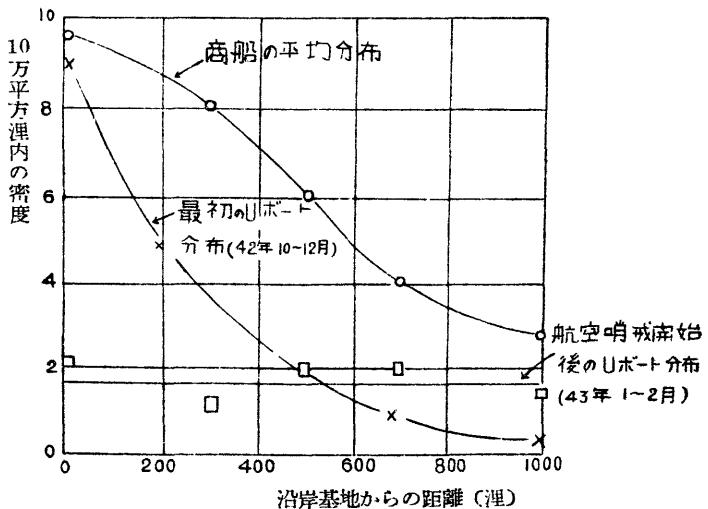
船舶が遭遇する潜水艦の密度を少なくする1つの方法は、潜水艦の集結している海域を避けることである。両地間の航路上に多くの潜水艦がいるのと、いないのとの何れかを選び得るなら後者が良いに決まつている。信頼できる潜水艦の予想位置が入手できるならば、発見されることを防ぐための航路回避が十分にできるが、このような情報は常時入手できるものではない。情報が入手できない場合は航路を広く分散させて敵にも、よく判つた航路に集結させないで、同じように分散させる手段がとられる。

直接手段としては先づ潜水艦を撃沈することによつて行動隻数を減じ、次にそれ等が有利な海域に集結するのを防ぐことによつてDを減小させるための攻勢対潜作戦が行われる。Uボートを船舶輻輳海域から駆逐するため航空哨戒が多く使われ、その例としてジブラルター、モロッコ海域のUボート密度の変化を第1図に示す。

連合国の北アフリカ上陸直後Uボートは商船密度の最も高い

海域に集結したが、航空哨戒は直ちにこの沿岸への集結を追払つた。Uボートが船舶探知を予想しての分布の変化は極めて簡単に算定できる。ある特定海域における予期探知数は

第1図 ジブラルター、モロッコ海域におけるUボート分散上の航空哨戒の効果



$$N = D_{U/B} \times A \times Q \times D_{M/V} \quad (2)$$

但し A 海域の広さ
 $D_{U/B}$ Uボートの密度
 $D_{M/V}$ 商船の密度

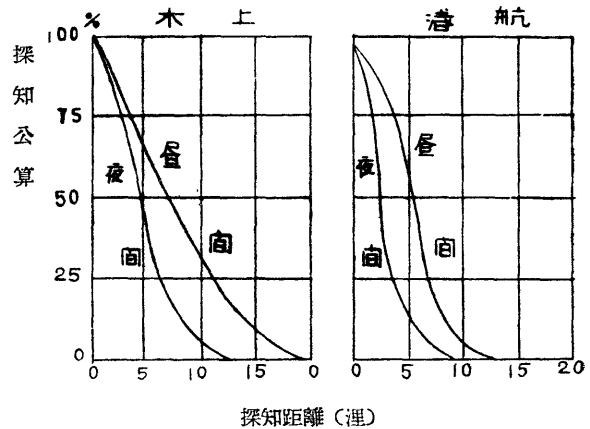
此の予期探知数は各海域別に計算して合計しなければならない。之を行つて、1時間 100平方浬当りの Q の値に潜水艦の商船搜索の標準値をとれば、Uボートの月間商船発見数は、航空機が潜水艦を駆逐する以前は60回、以後は30回になる。故に実施した飛行は船舶の危険率を約半減できたと結論を下して差支ない。(飛行時数は 1942年11月 933, 12月 1833, 43年1月 2167, 2月 2120 であつた。)

9.1.2 潜水艦掃航率の減殺

或る程度まで、航空哨戒は上述のような特定海域から U ボートを駆逐することができず、単に U ボートに大部分の時間潜航を強いるに止まることもあるであろうが、此の場合も、潜水艦の掃航率を減殺するため船を安全にすることには役立つ。減殺は潜水艦の速力の減小も幾分か影響を及ぼすが、その主因は探知距離の減小にある。潜航潜水艦は、浮上状態に比し、視認は潜望鏡によらなければならず、又レーダーも都合よく使えないため盲目状態にある。

之等の影響の大きさに関する実戦資料は米国潜水艦の報告による初探知距離から導き出され、その結果は第2図のようになる。こゝに、時と場合により大巾に変化はするが潜水艦が商船に遭遇したとき探知できる、はつきりした距離の存在することが推定される。(探知現象の完全な説明は別冊「搜索と護衛」第2章に譲る)、之等曲線から掃航巾 S が導き出され、その値は第1表の通りである。

第2図 潜水艦の船舶探知距離曲線



第1表 潜水艦の
商船掃航巾

状 態	昼	夜	平均
水 上 (海里)	14.5	9.4	12
潜 航 (海里)	9.8	4.2	7

潜水艦を潜航させることによつて得られる掃航巾の減小率は 40% であり、掃航巾の半量が有効探知距離と考えるならば、その値は水上で 6 海里、潜航して 3.5 海里になる。若し潜水艦が洋上の固定した位置にいるのなら、探知船舶数はそれに応じて減小するが、浮上潜水艦は約 10 節の速力で哨戒することにより、その搜索力を増し得るから、その値は少ないが速力の影響を加味しなければならない。

此の速力の影響は「搜索及び護衛」第2章に詳述してある。同章の (5) 式によれば、当章に掲げた (1) 式の Q は下のように与えられる。

$$Q = \frac{N_0}{N} = \frac{4R}{\pi} (u+v) \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - \sin^2 \delta \sin^2 \varphi} d\varphi;$$

$$\sin \delta = \frac{2\sqrt{uv}}{u+v} \quad (3)$$

但し Q = 掃航率

N₀ = 単位時間内の予期探知数

N = 1 平方浬内にある船舶数

R = 有効探知距離

u = 潜水艦速力

v = 商船速力

(3) 式から積分値を、表からひくことによつて Q を計算することができる。商船速力を 10 節、浮上潜水艦の速力を 10 節、潜航中を 3 節とすればその結果は第 2 表の通りである。

第 2 表 潜水艦が商船を探知する掃航率

状	態	潜水艦速力 (u)	探知距離 (R)	掃航率 (Q)
水	上	10 節	6 浬	毎時 150 平方浬
潜	航	3 節	3.5	毎時 70 平方浬

結局、潜航潜水艦は水上状態に比し半数の船舶しか探知できず、潜水艦を大部分の時間中潜航させておく対潜哨戒は探知数を減殺させるのには極めて有効なことが立証される。

潜水艦の探知を減殺するために努める別の方法に偽装があるが、この意味において實際上生起する各種状況に有効な偽装を考案することは容易の業ではなく、従つてあまり実施されていないし、実戦資料も得られない。

9.1.3 船舶の航行時間の節減

(1) 式における $\frac{l}{v}$ は船舶が危険海域に在る時間であり、之を小さくするためには l を短くし、船舶の速力を大きくしなければならない。然し速力を大にすることは Q を増大して、利点は相殺されるので、最も重要なことは危険海面内の航程の短縮を考慮することである。

9.2 潜水艦の船舶に対する近接力の減殺

潜水艦が目標を探知すると、襲撃を行うために射点まで近接しなければならないが、之は確実にできるとは限らない。或る標準期間における米国潜水艦の探知した独航船中、襲撃の行われたのは 41% に過ぎず、残り 59% の中には襲撃に値しないものも若干はあつたが、大部分は潜水艦が好射点に到達できないために襲撃できなかつたのである。ドイツ U ボートによる連合國船舶の喪失状況に基き、速力が独航船に及ぼす影響を分析すると近接問題の数量的重要性が明かになる。

9.2.1 船舶の速力が潜水艦の近接に及ぼす影響

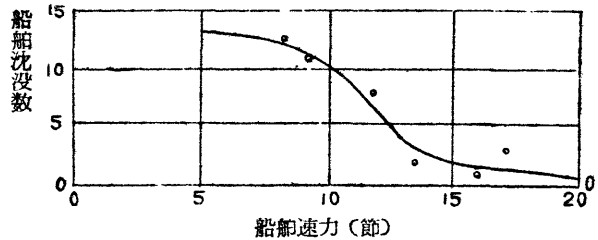
速力の影響を研究するためには速力を数段階に分け、各段階毎に沈没数と潜水艦に対する曝露率 (Exposure) を決める必要がある。此の曝露率を決めるには各速力段階の船の航程と、(1) 式によつて導き出した航路沿いの U ボート密度とを勘定に入れなければならない。

之がために行われた研究においては大西洋を数区域に分ち、各区域毎に月々の各速力段階の独航船

の実航程とUボートの平均密度とを取上げた。Uボート密度・100万平方裡に1隻の区域2,000裡を航行する場合の危険率は密度100万平方裡に2隻の区域1,000裡を航行する場合と略々等しい。此のように各速力段階の船の曝露率は航程とUボート密度とによつて出され、研究に際しては7つの速力段階につき4ヶ月に亘つて4つの区域について調査した。

或る曝露率の下における被害数は各速力段階の安全率を示すものであり、第3図に表示されている。この図によると10節と15節の間における沈没数の減少率が顕著であり、此の結果を説明するためには下記の潜水艦近接法の分析が必要である。

第3図 Uボート密度100万平方裡に1隻の区域の航程100万裡に対する船舶沈没数と速力の関係

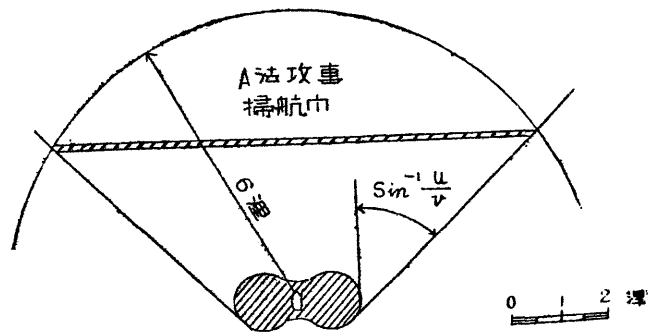


若し船舶を好対勢で発見したら、Uボートは水上又は潜航して近接して直ちに攻撃を行うであろう。若し好対勢でなければ目標の針路速力を推定して、水上で近接し得るか、或は潜航近接できるような前程に出るまで之を追跡しなければならない。直接攻撃をA法、追跡後の攻撃をB法と呼ぶならば、B法は航路と発射諸元判定の好い機会を与えるので、夜陰に至るまで追跡してそれから攻撃すると云う標準的な方法がよく使われる。

B法はUボートが船舶を追越すことを必要とする。即ち船舶の速力が約15節より大であつてはならない。(第3図において14節が限界速力を示している。)之に対しA法は、Uボートが好対勢にある機会は船舶の速力が大きくなるに従つて減少はするが、如何なる速力の船舶に対しても使用できる。この減少は第3図の曲線が低速において急昇する理由ではなく、B法の出現によるものであつて、図によつて之等2つの方法の意味を解明できる。

第4図に潜航近接帯と有効探知距離を描いてある。船舶の両側に各2,000碼とつた斜線区域は潜水艦が魚雷を命中させ得る率の高い部分である。船舶の前程の潜航近接帯内でこれを探知した潜水艦のA法によつて行う襲撃の成功率を k としよう。綫を入れた直線の長さがA法による掃航巾を示す。掃航巾は極めて高速の船舶に対しては2裡程度であり、極めて低速の船舶に対しては近接限度角が増大するから約12裡に及ぶ。故に100万平方裡に1隻のUボート密度を有する航程100万裡に対するA法攻撃の予期数は掃航巾の長さで表わされ、予期撃沈数は k 倍となる。

第4図 潜航近接帯



潜水艦の水中速力を5節とし k を0.20とすれば第5図の点線はA法による予期撃沈数の概略を示す。15節以上に対しては観測された全被害はA法によるものであるが15節未満の被害は他の原因、恐らくはB法によるものが含まれる。即ち潜水艦は船舶を追跡して好対勢になるのを待つたり、失

敗したり襲撃を再興したりして高い成功率を挙げることができる。

比較のため、Uボートに探知された船舶全部が撃沈されるものとして(1)式によつて沈没数を計算してみよう。前述の例即ち船舶速力を10節とし、Uボートが浮上しているものとすれば、第5図の状況は

$$D = 1/1,000,000$$

$$l = 1,000,000$$

$$v = 10$$

$$Q = 150$$

故に $N = 1/1,000,000 \times 150 \times 1,000,000 / 10 =$ 航程100万浬につき15隻が探知されることになる。然るに第5図では此の状況では10隻しか沈没していない。之は率が高すぎるように見えるが、状況は全体的にUボートに有利によつてある。即ち低速船で護衛がなく、航空哨戒も有るかなしかの程度である。之に反し高速船では探知回数には大きな差がなくとも遙かに安全である。

故に之等を要約すると3つの重要な速力段階に到達する。

1. 高速船——潜水艦が追跡又は追越し得ないような速力で沈没率は低く、それ以上の高速は潜水艦側の問題を著しく困難にはするが、速力の増加に伴う安全率の増大はあまり大きくない。
2. 低速船——潜水艦が容易に追跡し追越し得るような速力で、沈没率は高速船の約10倍であるが危険率の速力による変化はあまり大きくない。
3. 中速船——両者の中間で変化率が激しく、その安全率(又は危険率)は速力によつて大きく左右される。

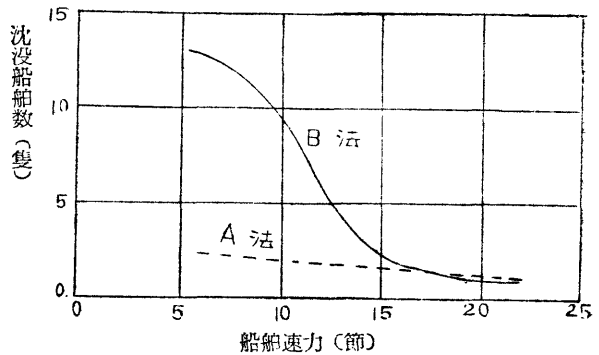
限界速力は潜水艦速力と略等しく、潜水艦速力の変化に応じて第4図及び第5図の曲線が変化する。第二次大戦中のUボートの能力からすると重要な限界速力は10乃至14節にあつたことが明かである。屢入渠して船底を洗い1節か2節の速力を増すような凡ゆる方法が、この中速の範囲の独航船によつて極めて価値が大きかつた。

9.2.2 潜水艦の近接に対する航空哨戒の影響

潜水艦側における水上追跡の果す役割は極めて大であつたので、之を長時間潜航させておく方法は、探知した目標を撃沈する率を激減した。故に潜水艦を潜没させる航空哨戒はB法攻撃を終結させ独航船の安全率を激増することを期待できる。第5図における10節船の沈没の減小率は83%に及ぶ。即ち水上追跡が可能な場合の10隻しか沈没しないことになる。

水上行動と潜航行動とを明確に比較できる実戦資料は、時と場所による差異が大きいため得ることが困難であり、更に飛行実施の場合は概ね船団航行が始まるので両者の影響の判別は難しい。例えば船団航行が始まると低速船は船団に入れられるので、独航船の速力を増し、その結果独航船の安全率が上つたように見える。この結果は1942年後半のカリブ海域で得られたデータを表わす第

第5図 Uボート密度100万平方浬に1隻の航程100万浬における沈没数



3表に示されている。

第3表 カリブ海域における独航船喪失状況 (1942年7月-1943年2月)

月	Uボート平均数	独航船平均数	独航船沈没数	Uボートによる撃沈率	トリニダッド島よりの飛行時数
1942. 7	5.1	11.7	16	210	—
8	6.4	12.6	6	60	2,400
9	9.0	11.7	20	140	
10	8.6	11.4	9	80	5,000
11	5.1	13.6	9	105	
12	4.0	11.1	5	90	4,400
1943. 1	3.0	11.1	0	0	
2	1.8	10.0	0	0	5,000

計上された区域は西カリブ海域の距岸120海里以内で、主としてトリニダッド島近海である。飛行時数のデータはトリニダッド区域の概値を使つてある。Uボートによる撃沈率(毎時の平方海里で表わす)は下式で与えられる。

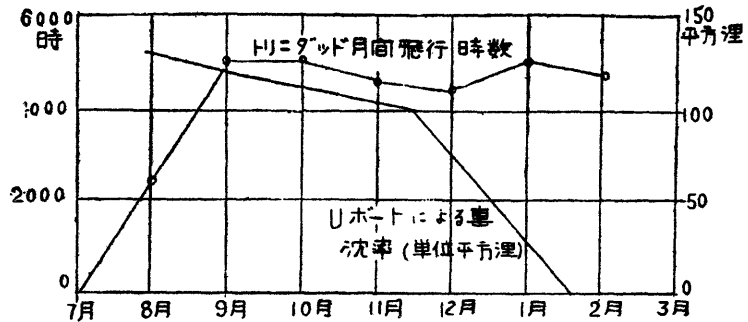
$$\text{撃沈率} = \frac{\text{(区域内の商船沈没数)}}{\text{(区域内の商船数)} \times \text{(区域内のUボート数)} \times \text{(月間飛行時数)}} \quad (4)$$

此の場合区域の広さは約60万平方海里である。

最初と最後の2ヶ月宛を見ると飛行時数が増すと撃沈率が減つているのが判るが、前者が後者の原因であるかどうかは明かでないし、若しそうだと

してもA法とB法とがそれに関係あるかどうか明かでない。撃沈率と飛行時数とを図示すると第6図のようになり、飛行時数の上昇と撃沈率の低下との間に数ヶ月の後

第6図 月別撃沈率と飛行時数(西カリブ海域)



れのあることが判る。飛行時数が増した場合撃沈率は少ししか下つていない。之は飛行は撃沈率低下の直接の原因ではなく、対潜努力が逐次増加したこと(1943年1月頃)がUボートにその攻勢を止めさせ、在来の方式をとるに至らせた原因であることを暗示している。第3表に見る如く11月から撤退を始め、2月には事実上皆無になつた。撃沈率の低下は航空機がUボートを潜航させて、直接に攻撃して来ることを妨げたからではなく寧ろ、少数の残存Uボートが数ヶ月前ほど船舶攻撃に努力を払わなかつたからである。

実際、飛行はそれを行うには不十分で、水上で追蹙する潜水艦を妨害するのに必要な飛行量を算定する基礎計算をやつてみると判る。

例えば潜水艦に水上行動を止めさせるには、潜水艦が少くとも1日に2回航空機を発見して潜航を強いらなければならないから、此の効果を生ずるに必要な飛行時間が計算される。航路から5

渾以内にある潜水艦は凡て潜航を強いられ、それ以外のものは潜航を強いられないとすれば（稍々寛大な数字であろうが）掃航率算定法は航空機にも適用できる。之がため航空機は月間 60回、所要の海域をカバーしなければならないから、合計 $60 \times 600,000 = 36,000,000$ 平方渾となる。航空機の速力を 125 節とすれば、その掃航率は毎時 $2 \times 5 \times 125$ 平方渾であるから、所要の全飛行時数は

$$\text{飛行時数} = \frac{60 \times 600,000}{2 \times 5 \times 125} = \text{月間 } 29,000 \text{ 時間}$$

記録されている実際の飛行時数は厳密には、此の問題にしている海域全体に対するものではなくトリニダッド島からの全飛行時数であるから、その或る部分は海域外であつたであろう。何れにしても問題にしている海域に対する全飛行時数は月間 29,000 時を遙かに下廻つていたのは確かで、U ボートの水上行動を根絶できたとは期待できない。

水上行動を根絶できるような充分な飛行は幽限された海域にでなければ完遂できない。然し英国諸島近海では大戦の最後の数ヶ月間は此のような状態が現出し、U ボートは沿岸の嚴重な航空哨戒下にシュノーケルを使つて完全潜航で作戦しなければならなかつた。然しU ボートの密度と通過船舶数から見ると、それ程多く撃沈しておらず、従つて航空哨戒以外の多くの要素を重視しなければならず、その状況の詳細な分析は極めて複雑な作業である。茲には潜水艦を完全潜航行動に封じ込め得た証拠としての意味で掲げる。

9.2.3 潜水艦の近接に対する字運動の影響

潜水艦の近接問題に対する高速と潜航を強いる航空哨戒の重要性について論じた。之等は両方共潜水艦の船舶への近接を困難ならしめる点で有効な対潜手段である。同じ目的を持つた考慮の価値あるいま1つの手段は之字運動で、船舶は不規則な時隔で大角度変針を行うことにより、潜水艦が好射点に近接すると、良好な発射諸元を得るのを更に困難ならしめることができる。その結果潜水艦は悪い射点から、精度の悪い諸元を用いて発射せざるを得ない傾向になり、従つて魚雷の命中率は低下する。然し現在のところ、之字運動の影響に対する充分なデータが得られていない。

9.3 雷撃効果の減殺

潜水艦が一度、射点に到達して魚雷を発射しても沈没の機会を減小させる防禦手段がある。魚雷の接近を警報して回避を可能にする魚雷探知器が造られているが商船には有効でない。船は雷撃されてもできるだけ浮いていられるように造らなければならないとされている。防雷網のような特別防禦装置も使用できよう。之等を広範囲に使用するため、その効果に関する実戦データは極めて興味深い。

1944年1月1日迄に英国海軍省式防雷網 (Admiralty Net Defens=AND) を装備した船舶25隻が被雷し第4表のような結果を得たことが報告されている。

第4表 防雷網装備船に対する雷撃効果

	沈 没	損 傷	無 傷
被攻撃時防雷網使用せず	9	3	0
〃 使用中	4	3	3
〃 使用不明	3	0	0

防雷網を使用しない船舶は被雷船の75%が沈没しているのに、使用していた船舶は40%しか沈没していない。防雷網使用船が使用していない船の半分の被害があるのは、若干の魚雷は網を通過するか又は船の網で覆われていない部分に命中するためである。第4表によれば被雷の約半数は防雷網を使用していない時に起つているので、結局防雷網を張つた船は張らない船の約 $\frac{1}{4}$ の被害を受けたことになる。

之等は勿論全体的の結果であり、防雷網の使用法によつても異なるのである。上述の期間内でも多くの船舶は船団内にあつて、攻撃を受けそうな時だけ防雷網を使用している。悪天候も防雷網を使用しない原因になつているが、この影響もその全体的効果の中に含まれている。

防雷網の重大な欠点は展張時速力の減退を伴うことで、その量は約17%に達する。14節船の場合速力は11 $\frac{1}{2}$ 節に減ずるから、独航船の場合は第3図により危険率は約3 $\frac{1}{2}$ 倍となり、防雷網による危険率の減小50%とは引合わず、此の場合はその使用は望ましくない。然し若し元の速力が10節の場合には、防雷網の使用によつて8節に減ることはそれ程危険率を増大しないから、潜水艦潜在海面では之が使用が望ましい。

9.4- 要 約

之を要するに、独航船の沈没を防ぐためには多くの防禦的手段があり、その大部分は潜水艦の近接と攻撃を困難にするから有効である。然し之等の全体的効果は限定されており、最も成功した防禦手段は之から論述する護衛船団の使用であつた。

第10章 船団と護衛

船団組織の第1の利点はできるだけ防禦力を集中できることである。航行する各船毎に護衛を附することは不可能であるから、船舶は群を作つて航行し、各群に適当な護衛を附するようにしなければならない。第2の利点は、個船の代りに船団単位で探知の目標になるから、航行中の目標数を減少させることである。船団による利益を分析するのに前章と同じ段階即ち、敵からの探知、敵の近接能力及び敵が射点に就いた場合の撃沈率に分つのが便である。

10.1 船団による安全性の増加

10.1.1 潜水艦による探知数の減殺

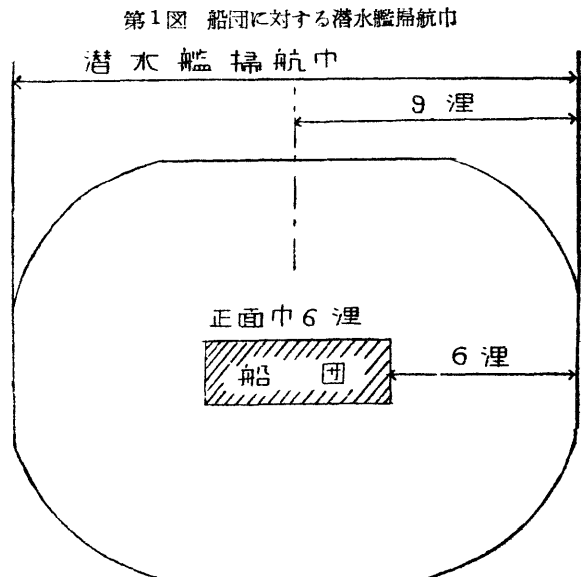
船団組織の構成の結果として潜水艦による探知の数を著しく減少できる。被発見数は発見される対象の数によつて定まるから、与えられた海域を航行する独航船100隻は、被発見の機会が100回あるのに対して、同じ100隻の船舶が50隻宛の船団2個を編成した場合は被発見の機会が2回しかないことは明かである。然し1回の発見で50個の目標が与えられるから後述のように価値を増し、集団化したことによる利益と相殺する傾向にあるが、その程度は小さい。更に探知する距離は決して単船の場合の50倍にはならないが、多少は大きいものであり、その増加に対する考慮が必要である。

マスト又は上部構造物に対する視認距離が船団の場合も独航船の場合も同じだとすれば、広い区域を占める大船団は、第1図に示すように、掃航率を約50%増すが、此の増加は重大な増加ではない。

然し潜水艦は40哩もの距離から見える煤煙によつて船舶を発見することが少くない。個々の船について言えばほんの短時間しか発煙しないかも知れないが、通常船団には発煙する船舶が少なくとも1隻はあるから、煤煙の問題は極めて重要である。今 b を各船の発煙時間とし、 R_1 が船舶の視認距離、 R_2 が煤煙の視認距離とし、船団中の隻数を n とすれば

$$\begin{aligned} \text{船団の発煙時間} &= 1 - (1 - b)^n \\ \text{船団の平均視認距離} &= (1 - b)^n R_1 \\ &\quad + [1 - (1 - b)^n] R_2 \\ &= R_2 - (1 - b)^n (R_2 - R_1) \end{aligned} \quad (1)$$

50隻程度の船団では $(1 - b)^n$ は極めて小となるから、被発見距離は大体 R_2 即ち煤煙の視認距離になる。 $R_1 = 4$ 哩、 $R_2 = 24$ 哩、 $b = 0.10$ と言う妥当な値を入れれば(1)式から下の平均被発見距離が出る。



単 船	6 湮
8 隻 船 団	1 1 湮
6 4 隻 船 団	2 3 湮

船団はその反射面が大きいから、潜水艦のレーダーには普通は単船より遠距離から探知されるがレーダー映像の強さは距離が遠くなると急速に低下するから（普通 $\frac{1}{r^4}$ 以上）探知距離の増大は左程著しくはない。潜水艦レーダーによる大船団に対する探知距離に関する実戦データは得られないが、米国潜水艦は3乃至4隻船団の探知距離は単船に比し35%方大きかつた経験を有しており、大西洋の大船団に対する航空機のレーダー探知距離は単船よりも10乃至25%方しか大きくなかつたことを示している。故に船団を組むことはレーダー探知距離に極めて重大な増加を齎らすものとは予想できない。

ソナー探知距離は若干伸びる。 n 隻船団の発生する騒音は単船の n 倍の強さになる。この基準によると聴音状況良好な場合の50隻船団の予想聴知距離は単船の約3倍になるが、聴音状況が悪いと増加率は小さくなる。

発見距離の全体的な変化を予測する場合には、各種発見法の相対的重要度を決定する必要がある。一般には視認が、距離が大なる上識別が容易なため第1等でレーダーが第2、ソナーが第3である。例えば第二次大戦の末期において米国潜水艦は視認により約800回、レーダーにより約300回、ソナーにより約50回目標を発見している。ドイツUボートは米国潜水艦程有力なレーダーを持つていながつたのでUボート作戦におけるレーダーの重要度は遙かに低かつた、之等の数値は潜水艦の戦術によつて大巾に変化し、大部分の時間潜航している場合はソナーによる探知が比較的多い。此のように、発見距離は船の数が増すに従つて増加するが、決して船数に正比例するものではなく、概ね $n^{\frac{1}{3}}$ に正比例する。故に予期被発見回数は発見距離の増加と、行動回数の減少の両者によつて変化する。

$$N_e = N_i \times n^{\frac{1}{3}} \times \frac{1}{n} = \frac{N_i}{n^{\frac{2}{3}}} \quad (2)$$

但し N_e = 船団の予期被発見回数

N_i = 同じ数の船舶が独航した場合の被発見回数

n が1から64に変わると同数の船舶が航行中に発見される率は(2)式により $\frac{1}{16}$ に減ずる。

此の船団編成による利益は避航が容易になるため更に増大する。即ち、船団行動をとると、行動中の船隊数は減小するから、既知の潜水艦又はその集結を避航させることは比較的容易になるが独航船の場合はそうは行かず、その数が多過ぎ、各船の位置は掴み難く通信も適切を欠くから潜水艦配備に関する情報は船団の場合のように活用できない。

船団編成による発見数の減小を補うために潜水艦側は通常「狼群」戦術を用い、探知した潜水艦は附近にある他艦に通報して船団に集結させることに努める。第2隻目以降は手当り次第に捜索し発見数はそれ以後の情報によつて拮まる。若し6隻の潜水艦がお互いの最初の発見に対し呼集められると、各艦による発見数は呼集められない場合の6倍となる。米国潜水艦は3隻で1群となつて単独捜索の場合の1.7倍の発見率を挙げた。

ドイツUボートは、狼群攻撃に際し、時には10乃至20隻に及んだが、平均数は遙かに少なかった。最初に発見したUボートの行うべき一般の手順は、先づ、発見をUボート指揮官及び他のUボートに報告し、それから攻撃を行うことなく之を追跡して船団に関する情報をできるだけ送り、出来れば他のUボートの船団近接を助けるため集結の信号を送る。Uボート指揮官は発見の報告を得たら、附近にある他のUボートを指向して船団に攻撃を加えさせる。かくしてUボートの群は船団至近距離に入り、各艦は多かれ少なかれ独立に行動する。Uボートは好射点に就くと攻撃を行い、少しく避退した後再び好射点について攻撃を行わんと努める。この手順は数日間、昼夜に亘り続行されることがある。この方法では一時期には狼群中の一部のUボートしか探知できず、その中の更に一部のみしか積極的攻撃が行えない。然し、船団戦では之を発見した時の大攻撃集団を構成する能力が極めて重要であり、多くの対潜努力は追跡と狼群構成を作ることを妨げるのに向けられた。

10.1.2 潜水艦の船団への近接

潜水艦が船団を発見すると、射点まで近接しなければならないが、そこに潜水艦側にとって2つの問題がある。その1は、此のような近接に伴う本来の困難性で、殊に潜航している場合は深刻である。いま1つは、船団護衛からの被発見及び反撃を避けると云う困難性である。代表的な船団は大きく低速で運動不如意であるから、上の問題中後者の方が重要であり、潜水艦が水上で追跡又は追越し得ないような高速船団の場合に限り、護衛に妨げられなくても近接に困難を来すのである。

独航船の場合と同じく、速力が独航船の安全性に大きな影響を及ぼし、追跡又は追越ができないような速力であれば、潜水艦は迂回による前程進出ができなくなり、得らるべき追跡データは減小し、直ちに近接し襲撃しなければならないようにする。更に船団速力が大きいと、狼群を呼集めて攻撃することが困難になる。速力の影響は容易に分析することはできないし、速力に関する影響の全体に関する作戦データの解明は後述に譲る。水上及び航空護衛の、船団に対する潜水艦の近接を発見阻止する能力の詳細な検討は別冊「搜索及び護衛」で論述してある。護衛の問題は単に或る地域へ近接しようとする事の判つている目標を搜索することであり、別冊第8章第9章には最適の護衛配備及び計画決定法を述べている。従つてこのような決定法には此処では触れず、唯一般的の分析法のみを以下に述べる。

船団は雷撃危険区域に囲まれている。此の区域の中の何処からでも船団の1隻以上が、かなりの公算(例えば25%以上)で魚雷の命中を受け得る。此の区域の前方に潜航近接区域と云うものがあり、その両側は近接限度線で、前方は潜水艦からの船団発見巨離圏で囲まれている。此の区域内にいる潜水艦は凡て船団の存在を知り、潜航して之に近接できると考えなければならない。両側と後方は水上近接追跡区域で、潜水艦は水上で近接及び追跡に充分な速力を有する場合にしか触接できない。(高速船団にあつては、潜水艦が水上でも近接できない後方を向いた限度線が存在する。)第2図は之等の区域を示す。

航空護衛の主目的には次の2つがある。

1. 水上近接追跡区域にある潜水艦を潜航させて、船団に対する触接を失わせる。
2. 潜航近接区域に入らんとする潜水艦を発見して之が侵入を阻止する。

即ち潜水艦を全没させて運動力を奪い船団は回避して潜水艦の探知から逃れさせる。

適良な航空護衛計画を行えば潜水艦が潜航近接区域又は雷撃危険区域に侵入するのを少くとも50%方防止できる上に追跡及び狼群の制形は甚しく困難になる。

水上艦艇による護衛の主目的は潜水艦を潜航近接区域内に発見して魚雷発射に先だつて之に反撃を加えることであり、更に航空機の発見した潜水艦に攻撃動作を行い、且つ航空護衛がない場合の水上近接と追跡とを阻止する備えをしていなければならない。後者の任務に対する水上艦艇の能力を算定することは困難である。普通の大きさの船団に対し、ソーナー状況が良く、正規に数の護衛艦が配されている場合には、ソーナースクリーンは近接潜水艦の50%乃至75%を阻止し得ることが予期できる。

船団の安全性を理論的基盤で独航船に較べるときは、之等要素の凡てを定量的に加味しなければならない。極く概算的に行えば、航空護衛は近接潜水艦の少くとも50%を阻止し、水上艦艇は残つたものの中の少くとも50%を阻止するから、他の条件を同じにすれば、潜水艦は護衛船団に対しては独航船に対し $\frac{1}{4}$ 以下の近接しかできない。之と同時に護衛船団の攻撃するときは危険に対する心理的影響も大きく、強力な護衛は潜水艦長の攻撃動作の1つ1つを妨げるであろう。實際上、船団の形の大きいことと運動力の少いことは確かに或る程度潜水艦側の近接に関する問題を簡単にし、船団に対する近接の成功率を独航船の $\frac{1}{4}$ よりも $\frac{1}{2}$ に近くしている。

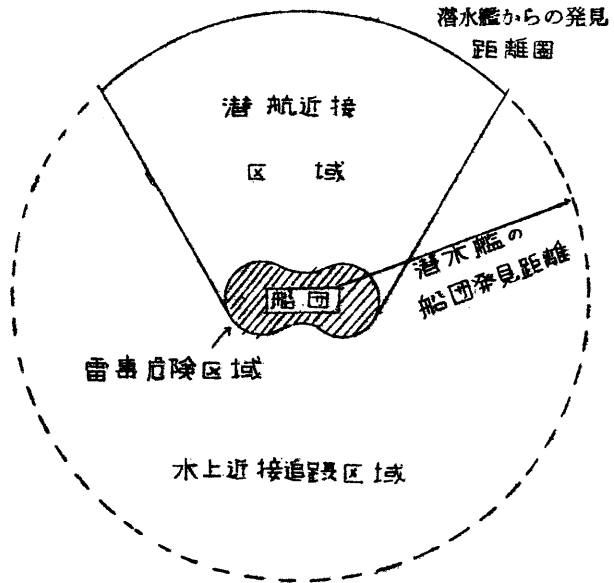
10.1.3 船団に対する魚雷命中率の若干の向上

潜水艦は射点到達しても1本以上の魚雷を命中させると云う問題が残っている。之は船団の方が目標の数が多いから独航船よりも容易であることは明かである。普通、潜水艦は特定の船に対して発射するが、狙つた船に命中しないでその代り他の船に命中することがある。此のような命中公算の計算に関する詳述は別冊第8章

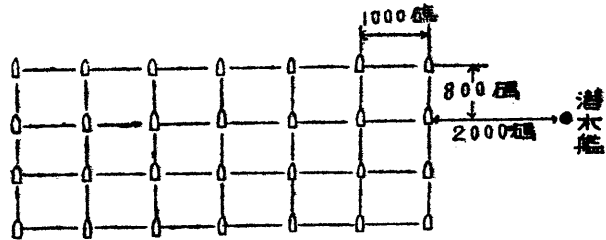
の護衛の数式化の問題に関連して行う。此処では之に関する原則を解明するに充分な程度の代表的な例を扱うこととし、第3図に示す如く、潜水艦が大船団に対し正横から発射する場合を考えよう。

正横2,000碼から発射された魚雷は数列を通過できる。若し任意に発射された場合は、第1列を通

第2図 船団に対する潜水艦近接区域



第3図 代表的な船団隊形



過する場合は船舶に命中する公算は $\frac{l}{800}$ である。 l は船舶の全長で、いま $l=140$ 碼 とすれば 3 列 (魚雷の駛走能力を 5,000 碼とする) を通過する場合の魚雷の命中公算は

$$\text{命中公算} = 1 - \left(1 - \frac{140}{800}\right)^3 = 44\% \quad (3)$$

若し 4 射線を発射したとしたら予期命中数は $4 \times 0.44 = 1.76$ である。命中魚雷全部が船舶を撃沈するわけではないから、この攻撃の結果、撃沈し得る妥当な船舶数は 1 乃至 1.5 隻である。(註 a) 之を独航船の場合の最大 1 隻、平均 $\frac{1}{2}$ 乃至 1 隻の撃沈と比較すると、4 射線齎射によつて撃沈される船団船と独航船の隻数の比率は、3 対 1 より大きくはなく、大体 2 対 1 の方に近いことが予想される。

第 3 図から明かな如く、齎射によつて撃沈される隻数は船団の大きさに精密な比例するのではない。若し潜水艦が射程 5,000 碼の魚雷を使うならば、それは 3 列乃至は 4 列しか通過しないから、船団の大きさを 4 列以上に増しても、齎射によつて撃沈される隻数はそれ以上増さない。遠距離魚雷のみは船団の大きさが 10 隻や 20 隻増してもこの数字を引続き増大させるものである。(註 b)

10.1.4 船団航行の全体的価値

以上の数字から船団航行による全体的安全性の利益を概算することができる。大西洋海戦中における船団の平均の大きさは約 30 隻であつた。固より渡洋船団はもつと大きかつたことが屢々あり、沿岸船団は普通はもつと小さかつた。比較のため 3 つの要素をとり入れる必要がある。

1. 船団と、それと同数の独航船の被発見の比率で、(2) 式によると $(30)^{-\frac{2}{3}}$ 即ち 1 対 10 となる。
2. 射点まで接近することの困難性の比較で、潜水艦の船団に対する成功率は独航船の約 $\frac{1}{2}$ である。
3. 齎射による沈没率は、大船団の場合は約 2 倍となる。

之等要素の総合効果をとると

$$\text{船団船の独航船に対する喪失比} = \frac{1}{10} \times \frac{1}{2} \times 2 = \frac{1}{10} \quad (4)$$

之は著しい利益であり、前編に掲げた如くと相当に異なることが注目される。米国戦略海域における 1942 年初期の月間の船団船の被害は 4% であつたのに対し独航船は 20% で、その比率は 1 対 5 であつた。此の比率は (4) 式による算定よりも大分少いが、それは (4) 式では船団の利益についてかなり控え目な見積りがしてあるからである。この相違の 1 つの説明としてはドイツが狼群戦術に重点を置いたことで、之がため船団の利点は大巾に减小した。若し狼群に 10 隻の潜水艦がいて各艦が毎回の触接の情報を得て、それが皆有効であつた場合は船団の損失は (4) 式により、独航船と同じになり $\frac{1}{10}$ にはならない。このようにして見ると 1 対 5 の比率は、ドイツが平均して、各回の発見毎にもう 1 隻宛を呼寄せることができたものと解釈できる。多くの場合 2 隻以上の狼群が編成さ

(註 a) 此の数字は多くの要素即ち、船の型、陸岸からの距離、海上模様、その他によつて異なる。米国潜水艦の経験によれば 1 本の魚雷の命中により船舶の沈没する率は 40% である。従つて 4 射線で沈没する船舶数は、 $1.76 \times 0.40 = 0.71$ 隻となり、1 乃至 $\frac{1}{2}$ 隻の撃沈予想は、大西洋の真中の荒海では適当かも知れないが、どちらかと言えば大に過ぎるようである。

(註 b) 推論の結果極めて大きな船団に対しては、遠距離魚雷は船団に任意に射込まれた場合の命中率が高いから極めて威力が大きいと云う結論が下された。

れていたが、Uボートが1隻しか触接しなかつたことも少くなかつた。Uボートが1回発見した場合の平均攻撃数は2回であつたのに対し、米国潜水艦の集団行動(約3隻)によつて挙げられた攻撃数は平均1.7回であつた。(註c)

故に、その状況に対する我々の理論的算定と上に引用した期間の作戦データ(作戦成果の代表的データである)との間には対立した相違はないと結論を下し得る。此の全体的承認は、船団が被害減少のための最も有効な手段であることを確信させるが、被害を減少させ機構に対する前述の説明が正しいことを立証するものではない。この過程を更に詳細に検討するためには、作戦データを更に慎重に検討し、船団の大きさや速力並びに護衛力の船団船の損失に及ぼす影響等を決定することが必要である。之等に関する多くの研究について以下諸項に論述するが、それ等は又上述の概略の理論にも関連している。

10.2 船団船の安全性に関する種々の要素の及ぼす影響の実戦上の研究

10.2.1 船団速力の影響

速力は独航船の安全性に著しい影響を及ぼすから、船団にも同様の影響を及ぼすことが考えられる。然しながら独航船においては顕著な影響が見られた10節乃至20節の速力範囲の船団は比較的少なかつた。

潜水艦の危険に対し甚しく曝露した船団を多数研究するためには北大西洋船団を扱う必要があるが、その最大速力は約9 $\frac{1}{2}$ 節であつた。1942年8月から1943年1月に至る8ヶ月間の之等船団に関するデータは第1表の通りで、当時北大西洋には80乃至110隻のUボートが行動中で船団被害は大であつた。

第1表 1942年8月-1943年1月の北大西洋における船団被害

船 団 別	航 行 船 団 数	船 団 艦 隻 数	Uボートに発見 された船団数	沈没 船 数	被発見船団 百 分 比	沈没船 百 分 比
HX (東航 9 $\frac{1}{2}$ 節)	23	923	8	12	35	1.3
SC (東航 7 節)	24	991	14	45	58	4.6
ON (西航 9 $\frac{1}{2}$ 節)	24	897	11	29	46	3.2
ONS (西航 7 節)	23	836	11	31	48	3.7

第1表から次の結論が導き出される。

- (1) 速力の攻撃成否に及ぼす影響は東航では顕著であるが西航では明瞭でない。
- (2) 速力の発見率に及ぼす影響はあるにはあるが強くは現われていない。

東航船団と西航船団との相違は極めて著しく、データの解釈を困難ならしめている。

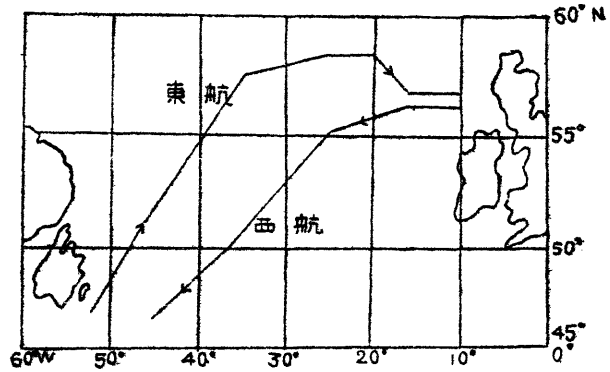
此の相違を説明するため適例の船団の航跡を組立ててみよう。(アフリカ向けの船舶を多く含んでいたため南偏したON船団を除く。)東航及び西航の平均の航跡は、夫々第4図に示す通りである。西航船団は20°Wから50°Wの間で、明かに東航船団の南方200乃至400浬を通つている。

東航船団と西航船団に対する速力の影響の差異についての説明は次のようである。即ち東航船団

(註c) 独航船対船団の5対1の数字は、或る一定海域における船団開始前後の沈没船を比較することによつて得られる。ケープタウン及びトリニダット海域(両者共Uボートの活動の大きかつた海域)の比率は各々6対1及び10対1であつた。

は遙か北方を通るためアイスランドからの航空哨戒を充分に受け、従つて之に対抗するUボートは潜航する時間が長くなって、その平均速力は西航船団攻撃時より小になる。之がため東航船団では速力が7節から9½節に増すことは限界値を過ぎることになつて損失の減小度が大きいのに対し、西航船団ではそれ程でないのである。この推論の線は航空機は東航に関連してUボートを攻撃したことは40回あるのに対し西航に関連するものは僅か5回であつたことから確認される。

第4図 1942年8月—1943年1月 北大西洋平均船団航路



速力の影響を明瞭に打出すには同じような航空護衛を受ける1組の渡洋船団をもつてくる必要がある。南方航路をとつた船団は概して航空護衛を受けず、之は第4図も示すように、東航船団より西航船団に多かつた。若し洋心部の航路が大圏航路の南方を通るものを除けば、残りは航空護衛に関しては概ね平均し、その状況の下における速力の値を示すであろう。此の目的のため、1942年10月から1943年5月初頭までの全大西洋横断航路を摘出し、その航程の半ば以上(15°Wから45°Wの間)を大圏航路の南を通つたものを除けば(註d)、残りは第2表のようになる。落伍船は数字に含まれている

第2表 北方航路における船団の損失

船団別	航行船団数	被発見百分比	被攻撃百分比	船舶沈没対航行船団数
SC 及び ONS (7節)	36	68	43	1.9
HX 及び ONF (9½節)	44	68	41	1.3

船団の数は多いからデータは有意義なものを考えられる。発見及び攻撃の度数には差異がないが沈没隻数は高速船団は低速船団の½である。

全体的結論としては第9章の第3図に似た曲線が船団についても得られるが、その位置はもつと低速の部分に下るのである。航空哨戒が行われると、曲線の限界区域をもつと低速の所に移し、

(註d) 比較のために航程の半ば以上を大圏航路の南を通つたもののデータを掲げれば次表の通りである。

南方航路における船団の損失

船団別	航行船団数	被発見百分比	被攻撃百分比	船舶沈没対航行船団数
SC 及び ONS (7節)	8	88	88	2.9
HX 及び ONF (9½節)	7	86	86	3.7

此処に掲げた数は少なく、実際には高速船団は低速船団より大きな被害を受けている。南方航路は北方航路に較べ2倍の被攻撃率を示しているのは興味深い。特に南方海域を哨戒したUボートは、北方海域での哨戒数の½以下だつたのである。

曲線の形は航空護衛の行われる範囲によつて定まる。入手し得るデータが極めて不充分のため、此の曲線の詳細な特性及びその航空護衛への依存性を解明することは困難である。

10.2.2 船団の大きさの影響

船団の大きさの影響は船団に関する最も重要な事象であると考えることができ、独航船は、1隻の船団とも考えることができるから、實際上船団護送の要点である。他方護衛の存在は船団組織の最も重要な特徴であると考えられ、この特徴については船団の大きさの影響の次に論ずることとする。

北大西洋船団で被つた損失を研究したところ、それは船団の大きさの函数であることが判り、幸い損失が少なかつたため疑の余地のない統計的意義を打出すには至らなかつたが、極めて興味ある結論の幾つかが導き出された。先づ第1に1941年から42年にかけて、概数の判つているUボートに攻撃された船団に関するデータを第3表に示そう。

第3表 1941-42年の各種の大きさの船団の損失

(北大西洋船団対狼群攻撃)

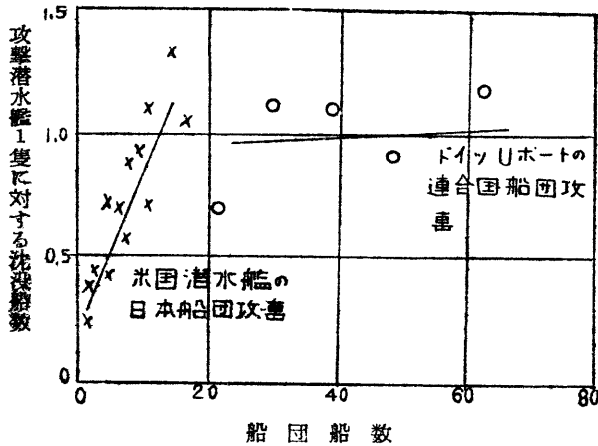
船団の大きさ	攻撃狼群数	船団の平均隻数	護衛艦の平均数	狼群の平均隻数	1攻撃毎の平均沈没船数	攻撃Uボート1隻に対する沈没船数
0-14隻	1	11	4	4	7	1.8
15-24隻	8	20.4	6.5	6.5	4.8	0.7
25-34隻	11	29.7	6.8	5.1	5.6	1.1
35-44隻	13	38.5	6.1	5.8	6.1	1.1
45-54隻	7	48.3	6.5	5.2	4.9	0.9
55隻以上	2	62.5	8.0	7.5	9.0	1.2

第3表の顕著な特徴は最後の縦の欄の数字が一定であることであつて、沈没船数が船団が大きくなるに従つて増すと云う明確な傾向の見られないことである。船団が大きくなるに従つて護衛力が強化すると釣合つて上述のような自然的傾向が予想されるのであるが、実際の数字はそのようになつてはいない。15隻から55隻までの船団については護衛力は実質的には大きくなつていないのに船団が大きくなつても沈没数に顕著な変化が起つていないことが判る。之から、前に述べた船団が4列以上になつても魚雷1発射に対する船舶沈没数は増さないと云う理論的結論に対し、作戦データの裏付けができてくる。15隻以上の船団においては、明かにその大きさのためにUボート1隻に撃沈される船舶数は船団の大きさにかわりない。然し之は小さい船団には当嵌まらず、小さい船団ではその大きさに従つて沈没数も増す(正比例ではないが)ことが予想される。小船団に関するデータは日本船団に対する米国潜水艦の攻撃状況から得られ、1942年7月1日から43年3月1日までの成果が第4表に示されている。

小船団については船団の大きさが増すに従つて沈没船数は予想通りに多くなつてくる。之等2組のデータは第5図に示されている。之等の2つのデータは含まれている船団の大きさが重複しておらず、且つ護衛力も異なるので直接比較はできないが、小船団では船団が大きくなるに従つて被害が増すのに対し20隻以上の船団では被害の増加が顕著でない全体の傾向をよく示している。

攻撃潜水艦1隻に対する沈没船舶数に注目する限り、攻撃頻度は無視されている。示されたデータからは、大船団では、隻数が増すに従つて撃沈される隻数の割合が减小するから個船の安全率は

第5図 攻撃潜水艦1隻の船舶撃沈数に及ぼす船団の大きさの影響



遙かに大きいように見える。然し若し潜水艦にとって大船団の方が小船団に比し発見と近接が容易なために攻撃し易いとする、大船団の採用は必ずしも利益にならない。前記の種々の結果が、船団の大きさの変化による影響であるかどうかを決めるため、その問題を更に全般的な範囲で研究してみよう。

この方法として或る固定した海域でUボート活動の盛な個所を選定し(50°W線より東の米国戦畧海域)、この海域を通過する渡洋船団の被害を船団の大きさの函数として表わしてみることにした。研究の対象となつたのは全部で117ヶ船団で、この海域を通過するのに平均して約7日間かつた。1942年7月1日から43年3月31日までに計160隻が沈没したが、そのデータを要約すると第5表の通りである。

第5表 船団の大きさによつて表わした被攻撃頻度と沈没船数
(1942-43年, 西部北大西洋)

船団隻数	各船団の平均被攻撃日数*	毎被攻撃日における平均沈没数	各船団毎の平均沈没数	各船団毎の平均護衛艦数
10-29	0.5	1.9	0.9	6.5
30-49	0.4	2.7	1.0	6.4
50-69	0.5	2.3	1.0	6.8

* 被攻撃日とは撃沈された船のあつた日を云う。
又船団船の沈没のみを数え落伍船は除外してある。

ここに再び船団の受けた被害は、船団の大きさによつて変わるものでないことが判る。各船団は、その大きさに拘わらず、此の海域を通過する場合、平均して概ね1隻を失う。50乃至69隻船団は、10乃至29隻船団の大きさの約3倍であるから、大きい方の船団各船は小さい方の船団各船に較べ約3倍しか危険に曝露しないわけである。

10.2.3 水上艦艇護衛の価値

船団組織の顕著な特徴は水上艦艇及び航空機による防禦兵力を有することであるが、先づ水上艦

第4表 大きさによる日本船団沈没状況
(米国潜水艦による)

船団の大きさ	船団総数	沈没船数	船団毎の沈没船数
1	1222	276	0.23
2	400	142	0.36
3	243	103	0.42
4	174	79	0.45
5	98	70	0.71
6	74	47	0.64
7	33	28	0.87
8	27	16	0.60
9	14	13	0.93
10	15	16	1.07
11-12	23	16	0.70
13-14	12	19	1.6
15-20	7	8	1.1

艇について論じよう。之等対潜艦艇は多くの任務を持つている。即ち

- (1) 潜航潜水艦を船団の前程で、水上潜水艦を凡ゆる方向で発見する。
- (2) 船団に追跡し又はその前程に出ようとする潜水艦を悩まし、捜し出し潜航させる攻勢的掃航を行う。
- (3) 好機に乗り潜水艦を攻撃する。

船団の護衛は守勢保護以上のものであり、最も成功した護衛隊と云うものは敵が主導権をとり、船団に対し決定的な攻撃を行うのを防ぐようなものを指すのである。護衛隊と来襲する狼群との戦は簡単に述べ尽せるものではなく、レーダー、ソーナー、目視、無線方位測定、入手した情報、及び気象状況の巧妙な活用と、通常の常用戦術の回避を含む複雑なものである。護衛艦の価値を理論的基盤において推測しようとしてもそれは望み得ないところであろうが、それ等の重要性を興味深く引き出すことは作戦データを使えば為し得る。

第3表の護衛艦数に相当するものは第6表で、1941-42年、北大西洋におけるものである。

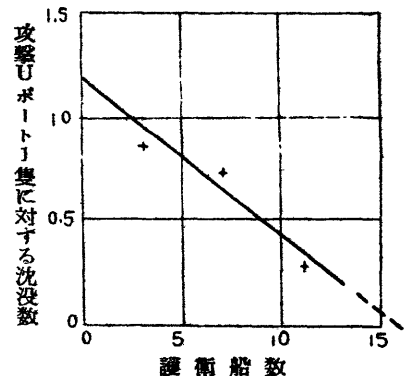
第6表 護衛艦数の函数として表わした商船被害
(1941-42年、北大西洋)

護衛兵力	狼群による攻撃数	平均護衛兵力	狼群内のUボート1隻による被撃沈船数
1-4隻	22	3.4	0.88
5-9隻	51	6.7	0.75
10-15隻	75	11.1	0.34

最後の縦欄は来襲狼群内のUボート1隻に対する沈没船数であり、この数字はUボートがスクリーンを突破して船舶撃沈に成功する指標を表わしている。水上護衛艦の主要効果はUボートが好射点に就くのを防ぐにあると期待し得るので、第6表にプロットされた数字を解明するため下のような方法を用いよう。

1. 護衛艦がいないと仮想すれば、Uボートは事実上障害を受けることなしに近接し船舶1.2隻を撃沈できる。(前述によると1発射で1乃至1.5隻を撃沈することが推定された)護衛艦があると、その影響は潜水艦が発見されずに射点に到達できる場合の割合を減ずるものと考えられるが、潜水艦が射点に到達した場合の撃沈数は変わらない。
2. 護衛艦1隻を増す毎における影響は沈没船隻を0.075隻宛減ずる。即ちUボートがスクリーンを突破する公算を6%だけ減ずることになる。故に16隻の護衛艦がつけば完全な護衛ができることは明かである。今研究中の期間

第6図 船団被害に及ぼす護衛艦数の影響



間では大部分の攻撃は夜間に行われ、護衛艦が護衛しなければならなかつた範囲は第7図の通りである。若し16隻の護衛艦がその全周に配されたとすると、各艦は2渾間隔で護衛できる換言すれば之等の状況の下で各艦はUボートに対し1渾の有効発見巨離を持つていることが判る

(之等の状況とは、夜間水上襲撃が主として用いられ、大部分の艦はレーダーを持つてはいるが機波ではなく、北大西洋の狼群戦術が用いられている等である。)

第6図に上向き傾向を示す彎曲が見られないのは不思議に思われることである。即ち16隻以上の護衛艦がいても潜水艦が船舶を撃沈するのを完全に阻止できるには思えず、護衛艦多数の場合は被害を極めて少数、即ち0.1か0.2にするものと思われる。

他方、護衛艦が多数存在するときはUボートに攻勢をとることをためらわせ、15隻以上も護衛艦がいれば、仮令事実上は若干の攻撃成功の隙があつてもUボートは攻撃を危険視するであろう。入手できるデータからは、此の問題が提起されるのみで回答にはならない。然しそれ等により護衛力は船舶被害決定上極めて重要な役割を演ずることを結論的に示している。(註e)

然し第6図の数値は1攻撃毎を基盤として出されており、攻撃頻度を加味してない。護衛艦艇はUボートの追跡を追払つて攻撃を阻止する攻勢掃蕩に使われることも屢々あるから、之等の数値は護衛艦の真価を示しているものとは云えないが、不幸にして作戦データからは護衛艦が攻撃を阻止し得た能力を決定することができない。問題を煩雑にする特徴の1つは、危険が最大な時と場所には多くの護衛艦を充当する傾向のあることで、之がため護衛艦数の多い時に比較的多くの船団攻撃が行われることになつている。實際上第6図のデータは護衛艦艇の価値を控え目に示したものと見做すべきである。

10.2.4 航空護衛の価値

航空護衛の価値については同じように、航空護衛を有する船団の被害を有しない船団の被害に較べることによつて資料が得られる。北大西洋船団の1942年8月から12月に至るデータが第7表に示されている。Uボートが触接した日(及びそれに続く夜間)のみが計上されているから、全数値が脅威を受けていた船団に関するものである。

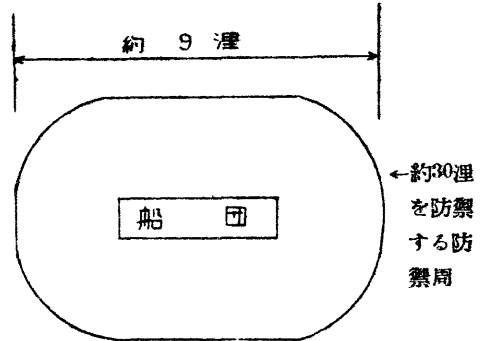
第7表 航空護衛に関連する船舶被害
(北大西洋, 1942年8-12月)

	日数	被害船数	平均出動数	触接したUボート群の平均の大きさ	1日の平均被害船数
航空護衛あり	38	23	4	4.9	0.60
くなし	43	75	0	5.5	1.75

同じ船団が同じ時期に同じような大きさの狼群に触接されているので、航空護衛がある場合となの場合との1日の被雷船数0.65と1.75との差は實際上航空護衛に基くものとの確信を抱くことがで

(註e) 此のことは日本船団を攻撃した米軍潜水艦の経験を強く写し出さしている。何故ならば、米軍潜水艦の撃沈能力は護衛艦の数に影響されなかつたからである。唯一の結論として日本の探知装置と、その方法は極めて無力だつたと云うことである。

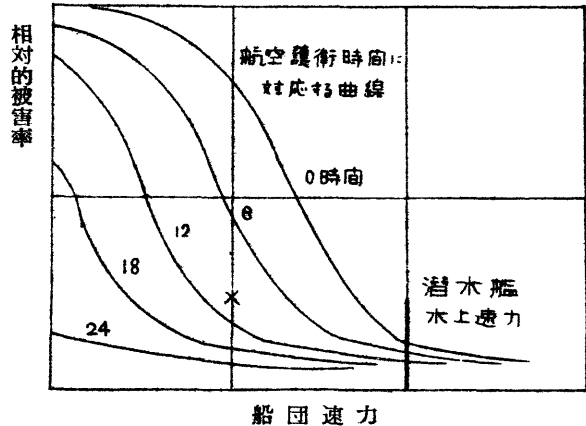
第7図 護衛艦による防禦帯



きる。被雷船数は航空護衛（1日に4回出動し、各回2時間宛船団に随伴）のために30%に減少している。この数字は勿論、水上Uボートによる狼群に遭遇した船団のものであるから、その点注意して扱わなければならない。更に前に速力の影響に関連して述べた船団速力と航空護衛の影響の相関関係があり、第8図に之等の関係をできるだけ示してある。

曲線は種々の航空護衛量に対して引かれてある。一般的に考えて、航空護衛の主なる効果は潜水艦に1日の中の何時間か潜航を強いるから、潜水艦がB法の追跡及び近接を行い得る速力を低下させるものと見做すことができる。若し24時間飛行が最低速船団に対しても、追跡を封止するものと考えられるならば、引かれた曲線は夫々0.6.12.18及び24時間飛行（1日につき）を表わすものである。図中の×印は第7表のデータに相当するものであり、船団速力を潜水艦

第8図 航空護衛と船団速力の影響



艦の水上速力の約半分とし、被害率を30%に減少した点を示している。その点は1日8時間飛行に対するものを示すわけであるが恰度6時間曲線と12時間曲線の間にあるから、作戦データは極めて数量的な論証を基盤として描かれた曲線とよく合致するものと考えられる。結論として、第8図の曲線は航空護衛と船団速力が被害に及ぼす影響をよく示しているが、得られたデータが充分でないため、その正確な特性を示すことができず、間接的で遠まわしの論法に基づく外はない。

10.3 大船団の重要性

今迄の論述により、船舶は大きな良く護衛された船団に入つていれば最も安全なことは明かである。此の事は取るに足らぬ明白なことのように見えるが、大船団の總体的の重要性の数的算定も興味あることである。

比較のため、毎日船舶10隻と護衛艦1隻が出航の準備が整うものと考え、3つの状況、即ち30隻船団、60隻船団及び90隻船団について被害を計算してみよう。船団は危険海域に6日間を費し、毎日12時間宛航空護衛が行われるものとし、船団速力を潜水艦水上速力の半分とすれば、戦術的情勢は第8表のようになる。

第8表 船団の大きさに基く比較表

	状況Ⅰ	状況Ⅱ	状況Ⅲ
船団船の数	30	60	90
護衛艦の数	3	6	9
船団発航間隔日数	3	6	9
危険海面にある船団数	2	1	$\frac{2}{3}$
1日1ヶ船団に対する飛行時数	6	12	18

之に対応して船団の大きさ、護衛艦の数及び航空機の飛行範囲の各要素による被害率の比を表わ

すと、第9表のようになる。

第9表 被 害 率 比

	状況Ⅰ	状況Ⅱ	状況Ⅲ
船団の大きさの影響〔第5図及び(2)式より〕	1.00	0.69	0.56
護衛艦数の影響〔第6図より〕	1.00	0.75	0.55
航空護衛の影響〔第8図より〕	1.00	0.50	0.30
綜 合	1.00	0.26	0.09

このように大船団内に在る船は、本例のような情勢の下では中小船団内に在る場合に比し遙かに安全であるとの結論が導き出される。90隻船団内の船が撃沈される率は、30隻船団の場合に比し約 $\frac{1}{10}$ である。船舶を保護する手段として船団護送を行つて最大の成果を得ようとするには船団を大きくして十分に護衛することが最も重要である。航行し得る船団には実際には或る限度があるが、之等の成果の示す処によれば、船舶を最も安全にするには船団はできるだけ大きく、事実上大西洋においてさえも、普通よりも大きくしなければならぬ。

大船団に伴う主なる難点は

1. 船団内における通信の困難性の増大

船団指揮官乗船からの信号は、縦列横列毎に1船々々中継しなければならず、大船団内の商船による視覚信号の中継は到底充分どころではない。船団船は無線封止を守らなければならず船団内信号の確実は今迄は期し得られなかつた。通信の錯誤による損失が、Uボート回避による利益と釣合う場合は無線封止は、意味を失うこともあり得る。

2. 船団の運動力の減小

大船団にあつては回頭は如何なる場合にも困難であるが、運動性の容易なことは船団の大きさを決める重大要素ではない。

3. 落伍船の増加

大船団からは主として前1.2項の理由により、落伍船の率が多く、落伍船の危険率は高いから、之が大船団の被害を著しく増すと主張する者がある。然し作戦データの示す処によると落伍の主原因が機関の故障、その他の船団の大きさに関係ない事故であるため、此の影響は大したことはない。

4. 港内の雑踏化の増大

如何なる船団組織もある程度港湾施設を混雑させるが、船団が大きくなるに従つて困難性も増大する。船舶が港内で不必要に日を送る限り、それ等は貨物運搬には使用できず、その価値は減ずる。港内で消費する時間の内訳は次の通りである。

a. 貨物積却用の埠頭待ち(主として固体貨物を扱う船の場合でタンカーではない。)

b. 貨物積却し

c. 船団出港待ち

a項による期間は普通、船団行動が始まつても暫くするとかなり小さくなるが、船団の大きさが作動平均を上廻ると延ばされるであろう。b項による期間は貨物の本性に関係し普通2乃至20日

間が平均である。c項による期間は船団間隔（「船団周期」）の半ば位に相当する。故に船団の大きさが増大すると所要時間が若干増してくる。

船団の大きさに対する最大の限定はこのように港内における費消時の大となることであり、その結果、実際の貨物輸送を遅らせる。例えば、若し平均の船舶が外洋で10日間行動し、港内では30隻船団が15日であるが90隻船団になると20日に増し、船団の大きさが増すと貨物輸送率を20%低下するものと考えよう。之は貨物輸送能力に關する限り、船団船20%が急に撃沈されたと同じであり、船団が大きくなったことによつて救われた船舶数が、比較的多い場合を除いては忍び得ない処である。

10.4 船団組織の限界

船団組織は、特にそれが大きく且つ充分な護衛を有するときは航行船舶の安全性を著しく増大するものであることを示してきた。然し、利益と共に使用し得る船舶の貨物輸送能力を減小させる欠点を伴い、決して絶對的に望ましいものではないのである。船団航行が貨物輸送を遅らせる途は2つあり、その1つは港内における費消時の大なることであり、いま1つは航行速力の低下で結局航行中の時間を増す。

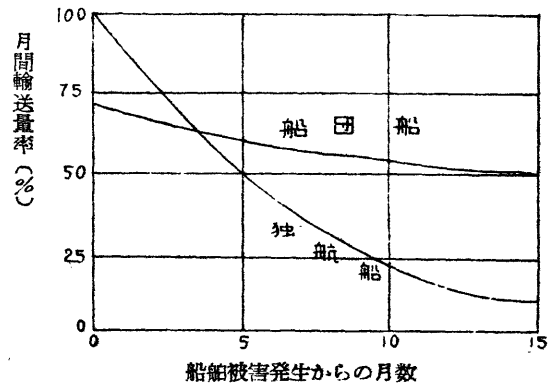
米国沿岸通商船団について1943年6月の運航を例にとつて分析を行つた処、平均して船団船はその時間の43%を港内で、57%を航行に使い、港内時間の中の46%は船団待ちに費された。航行時間の中の19%はその荷重に応じた速力で独航できるならばセーブできる。結局全船舶が独航するならば、同量の貨物が船団の場合に比し69%の時間で輸送でき、（この場合の船団は小さ目であつて発航周期は5日毎であつた。）従つて船団では独航の場合の69%の貨物しか輸送できなかった。

然し、輸送速度を上げるために船舶を独航させたとすると、月間沈没数は増して、使用船数は減小し船舶の31%が沈没したときには、情勢はもはや好ましいものでなくなる。船団と独航船との月間輸送量は第9図に示す通りである。（月間被害率は船団4%、独航船20%、航行時間は船団57%、独航船67%とする。）約3ヶ月後には船団の方が多くの輸送力を發揮するようになる。

然しながら、船団の方が望ましいことを決めるためには、輸送される全貨物量が問題の主要な対象になるが、3ヶ月後迄には独航船は、最初の利益が大きかつたため、船団よりも多くの貨物を輸送していたことになる。船団の方が、総計において多くの貨物を輸送したことになるまでには6乃至7ヶ月を要し、その状況は第10図に示してある。

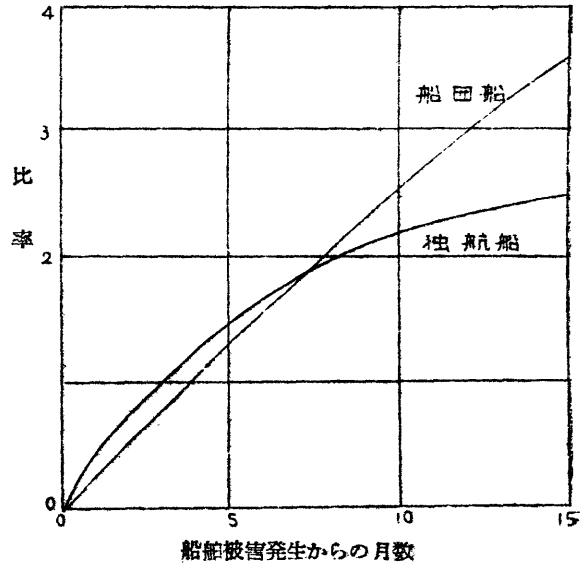
此のように或る情勢下にある船団の全体的価値は戦争がどの位永く続くかと云う問題になる。第10図に現われた情勢では独航船は、戦争が7ヶ月以上続きそうにない場合には、最良の結果を得るのに対し、船団はそれより長期の戦争においては望ましい。更に前者の場合船団を採用しなかつた

第9図 潜水艦攻勢中の船舶輸送力



悪結果は、戦争が永引かなかつた場合に船団を採用したことによる悪結果より悪いものである。故に全体的の結論として船団組織は船舶保護の有力な方法であるが、敵潜水艦による脅威が大であり、且つ、予想戦争期間も、之を採用した方がよいと思われる場合でなければ、採用すべきではない。若し潜水艦による危険が大きい場合には大船団を構成すべきである。

第10図 輸送量の合計



第11章 水上艦艇による攻撃

対潜艦艇又は航空機が潜水艦を発見すると、之を撃沈又は撃破するために攻撃を行うのが常である。護衛行動中には、潜水艦乗員に脅威を与えて船団に来攻するのを阻止するのが主目的とする威嚇攻撃、或は緊急攻撃（咄嗟攻撃）を行うこともある。此の種の攻撃は、その価値は多分に心理的なものであつて数字的に評価することができないから、以下の論述では考慮しないことにする。之に反し所謂周密な攻撃（必中攻撃）は潜水艦の撃滅を目標とするものであり、この目標は数的に表現できる。攻撃兵器及び戦術を考案する際の目的は破壊の公算を最大ならしめることであり、それがために起つてくる問題をこれから分析しよう。

11.1 問題の一般的論述

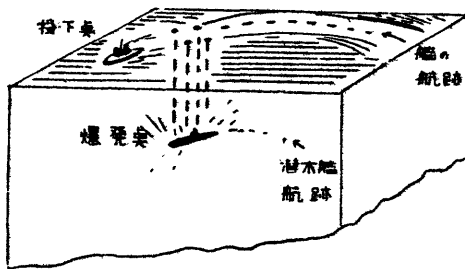
前諸章に論述した対潜戦の部門と同じく、攻撃の基本原理も述べてみれば簡単なものであるが、それ等の原則を更に詳細に検討して行くと、複雑な問題が起つてくる。そこで攻撃の詳細に立入る前に、潜水艦に対する水上艦艇の攻撃の全体的説明を、最初は作戦の成果を演繹的分析の方法で、次に帰納的分析の方法で述べて行こう。之等2つの観点は後の詳述の場合にも用いる。

11.1.1 理論的分析

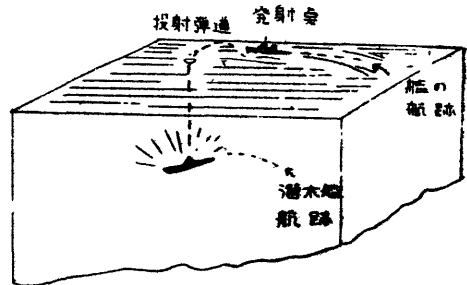
対潜戦には、潜水艦が浮上している時に砲撃したり衝撃したりすることも少くないが、理論的見地よりすれば我々は主として潜航潜水艦の攻撃に興味を覚える。潜水艦が初めから水上で発見される場合もあり、攻撃を受けたため浮上を余儀なくされる場合もあるが何れにあつても、水上でそれに続いて起る戦闘は他艦種の水上戦闘と異なる処が少く、此処で特別の考慮を要するものではない。

潜航潜水艦の存在がソーナーで発見されると、攻撃の第1段階は潜水艦の「位置決定」即ち攻撃艦からの方位距離を決定することである。方位距離データを連続的にとることによつて、潜水艦の針路速力を決定するために「追跡」しなければならない。時には之は位置をプロットすることにより判然と為し得るが、多くの場合手探りで行わなければならない。（註a）最後に、攻撃艦は、爆発物を投入した場合、それが潜水艦が到達すると同じ場所に、同じ時刻に達するような位置に行くように運動しなければならない。第1図は弾幕を艦尾から落して攻撃艦の後方に作るもの、第2図

第1図 艦尾投下攻撃



第2図 前方投射攻撃



（註a）FTP 223A に示されている CUT-ON 法とレンジレコーダーによる基本準則は手探り追跡法の例である。変距率、レコーダートレース、及び変角率は攻撃遂行の方式を定めるために使われる。之に対し対潜アタックプロッターは潜水艦の対地プロットを表わすから、判然とした追跡の要具である。

は爆発物を攻撃艦の前方に投射するものの各々代表的なものを示す。之等の爆発はマウストラップやヘツジホツグのような触発信管か、MK 8 や MK 14 爆雷のような近接信管か、在来型爆雷やスキッドのような水圧信管かによつて起爆される。第1図及び第2図のような攻撃が成功するためには、炸薬は潜水艦に充分近い所で爆発し、その内殻を破壊して直ちに沈没させるか、又は内殻に損傷を与えて浮上を余儀なくさせた後砲撃か衝撃によつて沈没させなければならない。

11.1.2 実戦の研究

理論的調査は普通は攻撃問題の詳細な分析を生み出すものであるが、実戦データに基づく研究にあつては入手し得る資料の特性上それは不可能である、実戦分析のためのデータの主なる出所は攻撃を行つた艦が出した戦闘報告である。同一の潜水艦に対する多少とも連続した攻撃は1つの事件として纏め、その結果は適当な委員会で作定され、下のようにAからJ迄に分けられる。

- A. 撃沈の判明したもの
- B. 撃沈概ね確実なもの
- C. 損傷概ね確実で、撃沈したらしいもの
- D. 損傷概ね確実なもの
- E. 軽微な損傷概ね確実なもの
- F. 損傷の確度不十分なもの
- G. 損傷を与えなかつたもの
- H. 潜水艦の存在不確実なもの
- I. 攻撃した目標は潜水艦でなかつたもの
- J. 算定の確度不十分なもの

攻撃の成功度を測定するこの種の算定には多くの制限がある。先づ、攻撃した目標が果して潜水艦であつたか否かが不確実なことが多く、若し潜水艦が終始見えなかつた場合は此の不確実をソーナー探知のみで解決することは困難で、そのため成功度Hと算定された攻撃も尠くない。普通の解決においてはH、I及びJと算定された攻撃は全部、分析から除いているが、之も決して完全な解決でなく、成功度Hの攻撃にも潜水艦が実在したと思われることが尠くない。損傷の算定についても、破片その他の目視できる証拠によつて潜水艦に与えた実際の正確な損傷を示してくれないような特殊な場合があるので、相当の困難を伴うものである。分析のため、算定の結果を下のように区分する。

撃	沈	A, B
損	傷	C, D, E
損	傷なし	F, G
潜水艦でない		H, I, J

附録第1に示す如く、A及びBの算定の合計は、第二次大戦中の敵潜水艦の喪失に實際上近似している。

攻撃に関するそれ以外のデータは算定よりも信頼性が少ない場合が多い。潜水艦の行動は一般に全く判らず、攻撃艦からのデータは信頼し難い。巨難、方位、時刻等は戦中の最中又はその直後に記

憶に基いて記録されるのであるが、何れの場合にも（仮令、實際上全部が記録されたとしても）不正確を免れない。此の理由から記録されたデータを使つて攻撃状況を再現することは多くを望み得ない。演習において、データは注意深く取ることができ、潜水艦の運動が判つている場合でも、特殊な装置を使わなければ、弾幕が潜水艦からどの巨離に作られたかを合理的な誤差範囲で決定することは殆ど不可能に近い。攻撃中における潜水艦側の事象を決定することは殆どできないから、作戦分析は、攻撃の種々の異つた状況又は方法が、全面的に成功と算定された行動に対し如何なる影響を及ぼしたかを統計的に評価することによつて行ふ。此のような作戦研究の結果を、成功の公算に影響する要素の詳細な考慮に基く理論的調査の結果と比較することにする。之がため之等要素の重要性を先づ示さなければならない。

11.2 攻撃の成功を決する要素の理論的論述

攻撃において成功の公算を決定する要素は攻撃誤差と兵器の効果の2つに大別できる。攻撃誤差を詳細に検討する場合逢着する第1の問題は位置決定上の誤差の判定である。潜水艦の方位巨離はソーナーで測定されるが、それは障害と制限を受け易い。第1に、反響音は潜水艦から来るばかりでなく、そのウエーキ、爆雷による水の攪乱、水上艦艇のウエーキ、浅海面における海床、及び時としては水面から反射されることもある。優秀なソーナー員は之等の偽の反射音を潜水艦のものと容易に考えてしまうことはないが、方位巨離の資料に或程度の誤差が混入することは避けられない。更に経験の不充分なソーナー員は偽の目標を潜水艦と誤り易く、全く無駄な攻撃を行うことがある。このような錯誤の重要性は第1図に示され、之は外洋において行われた前投訓練における誤差の頻度を示している。実際の潜水艦が近傍にいることが判つているのに、誤つた目標に攻撃を行つた比率が著しく高いのは注目に値する。

第1図 攻撃訓練における偽目標に対する攻撃

海 域	攻撃の種類	潜水艦探知数	潜水艦以外を 探知した数	同左比率%
バーミューダ	ヘツジホツグ	64	18	22
ガンタナモ	マウストラップ	59	10	14
キーウエスト	ヘツジホツグ	170	40	19
キーウエスト	マウストラップ	575	259	31
ニューロンドン	マウストラップ	32	8	20
サンヂエゴ	ヘツジホツグ	86	13	13
サンヂエゴ	マウストラップ	162	22	12
計		1,148	370	24

若し発見目標が潜水艦（又は潜水艦の近くを一緒に動くウエーキによる水の攪乱）であつても、ソーナーデータの誤差は決して無視できない。第3図は一例として潜水艦のウエーキによつてどのように方位巨離誤差が生ずるかを示す。平均の方位誤差はBDI（正確な方位を得るためのLobe Comparisonを持つBearing Deviation Indicator）を使えば約2°、カットオン方位を用いれば4°乃至5°であり、同じ状況における巨離誤差は約11碼である。之等の推定値はウエーキ反響音による通常の値と普通のソーナー操作上の誤差とを含むが、之等誤差がソーナーの状態と海中の状況に

よつて変ることは勿論である。音波伝播状況が悪ければソーナー員は誤測し易いし、外海における艦の縦横動揺も種々の理由で誤差を生じ易い。即ち現水測兵器は安定装置がないから、大きな縦横動揺は記録された方位に誤差を生ずるし、ソーナー員に発振器を目標に指向し難くさせる。その上、ソーナー員は片手で装置を旋回しながら片手で隔壁に掴まらなければならず、又同時に船酔と戦わなければならないためその能力は減ずる。之等の要素の重要度は理論的には決め難いが、之等要素の全体的影響に関する作戦データについては後述する。

ソーナー情報における最も重大な制限はその最小値である。第4図は米国の現用ソーナーが最小値を有する理由を説明している。音波ビームの俯角が限定されているため潜水艦はその下を通過することができ、それがめ艦艇は艦尾投下攻撃の最終段階は目標の探知を失ってから行うことになる。

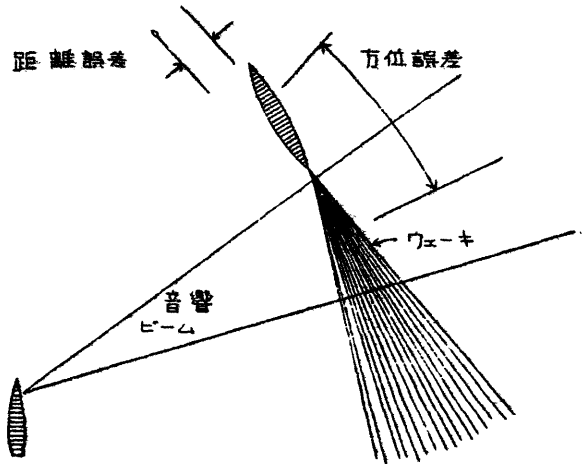
第2表は米国水上艦艇による探知消失の平均巨離を示し、その巨離の増加は被攻撃時のUボートの潜航深度の増加を示している。

最大探知巨離は、主として攻撃反復の場合再探知を得る場合に重要である。若し最大探知巨離が1,000碼以下の場合には攻撃艦は潜水艦を保続探知した儘自由に運動できないから攻撃は困難になる。然し、それ以上ならば最大探知巨離は攻撃の精度には大きな影響を及ぼさない。

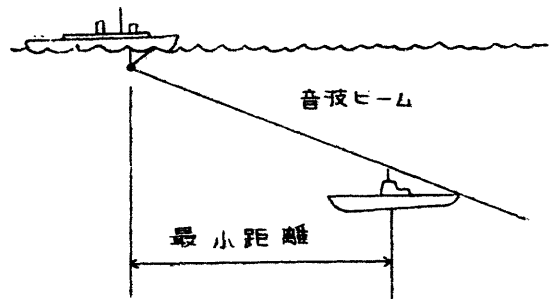
ソーナーの方位巨離は爆発物を、潜水艦の中心が到達するのと同じ時機に同じ場所に到達させたいため使われなければならないが、それはどのようにして行われ、その誤差はどの位であろう。

此の問題の最重要要素は盲目時間、即ち潜水艦の位置に関する最後の有効な情報を得てから、爆発物が予調深度に達するまでの経過時間である前投攻撃の場合は通常探知消滅前に弾幕が発射されるから、盲目時間は弾丸の飛行秒時プラス沈降秒時のみであり、約15秒位であるのに対し艦尾投下攻撃においては、盲目時間は通常1分以上である。この時間内に潜水艦は、かなりの巨離を移動できるので、対潜艦艇の操艦者は此の運動を推定してその弾幕を敵の直上に落すようにしなければ

第3図 ウェーキ反響音による誤差



第4図 深々度潜水艦に対する最短探知距離

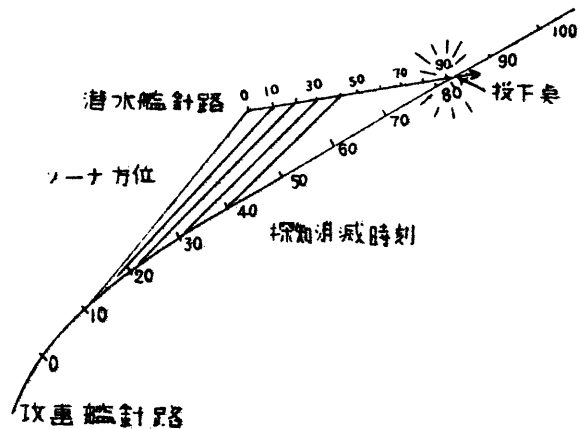


第2表 探知消滅巨離

時 期		平均探知消滅巨離	
年 月	年 月		
1942.	7-42.	12	176 碼
43.	1-43.	7	192 〃
43.	8-44.	2	223 〃
44.	3-45.	5	279 〃

らない。第5図は代表的な爆雷攻撃における攻撃艦と潜水艦との航跡を示したもので、盲目時間を考慮に入れなければならないことを示している。此の場合探知消滅から爆雷爆発まで50秒の経過があり、操艦者は0秒から40秒までの目標の追跡により、直接又は間接に敵針敵速を判定し、その資料に基づいて90秒目における目標の位置を決定しなければならない。

第5図 代表的な攻撃のプロット
(数字は秒を表わす)



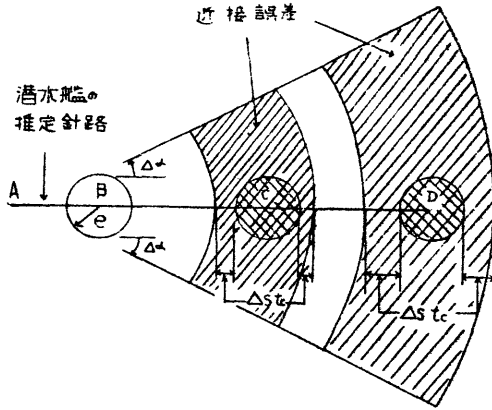
攻撃実施の際操艦者は予め潜水艦の運動を知ることではできないから、ソナーの方位巨離によつて之を推定しなければならない。普通この追跡は間接方式で、巨離をレンジレコーダーにプロットして変巨率を迅速に決定し、レコーダーは弾幕投射時機を計算する。弾幕を正しい位置に作るための針路を決定するには、操艦者は方位の変化率を見て簡単な方法で見越し角を決定して行く。然しアタックプロッターのプロットを見ながら攻撃を行うことも尠くない。此の場合は第5図と同じようなプロットがなされ、操艦者は爆発時機（第5図における90秒目）における潜水艦の艦位を推定し、それによつて操艦して行く。之は直接方式である。

さて、攻撃の際の弾幕の位置誤差は盲目時間、追跡法及びソナー誤差に関係する処大である。第6図はこの関係を簡単に説明したものである。自艦はA点から潜水艦を追跡してきてB点で探知消滅したと仮定する。ソナー誤差により、潜水艦は、探知消滅時Bから θ と云う巨離以内に在る公算が大である。此の場合 θ は艦位決定の公算誤差とする。(註り) 更にソナー誤差のためB点における潜水艦の針路速力は正確には判っていないものとする。針路の推定誤差を $\Delta\alpha$ 、速力の推定誤差を Δs とし、C点において潜水艦と弾幕とが同時に到達する。(即ち爆発点である)と推定したものとする。故に盲目時間 t は潜水艦が推定速力でBからCまで移動するに要する秒時であるが、含まれている誤差のため、爆雷がC点に到達する時機にC点にいるとは限らずC点の周囲の斜線を引いた区域内の何処かにいるわけである。攻撃の公算誤差(爆発時における弾幕の中心と潜水艦の中心との代表的な巨離)はこの区域の平方根に略正比例する。若し盲目時間が長くなつてD点が推定爆発点とするならば、攻撃の公算誤差は増大する。第6図から潜水艦存在区域は略盲目時間の2乗に正比例することが判り、従つて攻撃の公算誤差は概ね盲目時間に正比例することが判る。

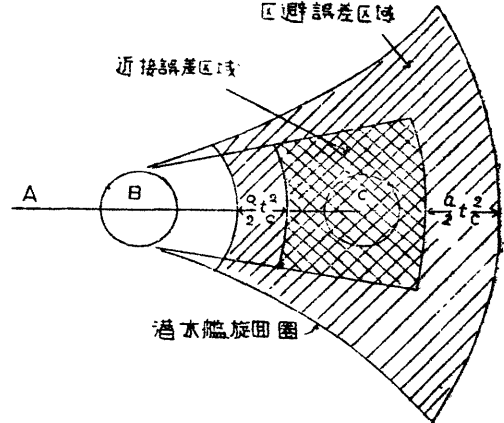
然し第6図においては、潜水艦は探知の消滅したB点における針路速力をその儘保つものと仮定したが、此の場合の攻撃誤差を近接誤差(Approach Error)と称する。処が潜水艦は針路速力を大

(註り) 後に出て来る(1)式に使用されている誤差合成の法則にあつては公算誤差と云う言葉はその正規の使い方がしてあるが、第6図及び第7図においてはそうではなく、単に説明のためだけであつて、正確な大きさを表わしているのではない。

第6図 攻撃誤差



第7図 攻撃及び回避誤差



巾に変換できるので同時に回避誤差 (Evasion Error) が生ずる。故に第7図の方が盲目時間 t_e 経過後における潜水艦存在区域の更に実際の説明になっている。この区域は2つの部分からなり、その1は第6図の近接区域であり、いま1つは潜水艦の旋回圏と、その増減速率 (Acceleration) と盲目時間 t_e によつて変化する回避誤差であることに注意を要する。この第2の区域 (回避誤差区域) は潜水艦の回避能力を表わすもので、その大きさは略々盲目時間の3乗に正比例する。第7図における全斜線区域は、爆幕構成上の全平面的誤差を示す。3つの誤差原因が独立して起るものとなれば、潜水艦の有効存在面は (1) 式で示される。

$$A = k_1^2 + k_2^2 (vt)^2 + k_3^2 (vt)^3 \quad (1)$$

但し、潜水艦の速度の推定誤差は、速度そのものに正比例するものと仮定する。更に複雑な仮定として v^2 の項を、 A の v に対する従属を大きく変えないような v の他の量 (べき) に置換えることができる。 k_1, k_2, k_3 は常数であり、 v は潜水艦速度、 t は盲目時間である。 k の値を使用されている装置の物理的特性から計算することは極めて複雑困難であるので、それ等は経験的の常数と考える他はない。

海上における攻撃訓練から得られた実験値と、アタックテイチャーによる成果を分析した結果によると、攻撃誤差の分布は大抵の場合ガウスの分布曲線に近似している。故に計算の目的上、攻撃誤差分布は事実上ガウスの分布であると仮定することが多い。(1) 式によれば対応する公算誤差は次式で与えられる。

$$E^2 = K_1^2 + K_2^2 (vt)^2 + K_3^2 (vt)^3 \quad (2)$$

但し E = 攻撃公算誤差半径

v = 潜水艦速度

t = 盲目時間

K_1, K_2, K_3 = 経験的の常数

(2) 式は、その中で係数が潜水艦の回避能力と、対潜艦艇の追跡能力により大巾に変化する概略の表示と考えなければならぬ。その要点とする処は唯、攻撃誤差は盲目時間が増加するに従つて急激に増加すると云う事であり、従つて対潜攻撃力を改善する主要な問題は盲目時間を減小させること

とにある。

上述の公算誤差は平面的誤差に関するもののみであるが、潜水艦深度の不明確のために垂直誤差或は深度誤差も大部分の攻撃に表示しなければならない。米国艦艇で深度決定ソーナー装置を持っていたものは極めて少数であつたため、深度推定の誤差は大であつた。探知消滅巨離によつて大体の深度の推定ができたが全面的に信頼できるものではなかつた。故に深度誤差縮小法は重要な問題である。

種々の、攻撃誤差の原因について考えたので、ここで、或る代表的な状況の下ではEの全体的數量がどの位になるか決定しなければならないが、敵潜水艦に対する攻撃に関する詳細なデータを十分に持つていないので、攻撃誤差を作戦データから決定することはできない。然し攻撃訓練によつて相当量のデータが得られ、記録も十分に完全に取れる。それには2種類の出所があり、その1はアタックテイチャーに表われる航跡で外海における攻撃を機械的に再現する装置である。いま1つは外海において友軍潜水艦によつて行われた攻撃訓練の成果である。第3表はこの2種類から得られた代表的なデータを示している。なお之等の攻撃全部において潜水艦の深度は判つていたから、平面誤差のみが含まれている。

第3表 攻撃訓練における誤差

例題番号	攻撃の種類	報告者	訓練の種類	潜水艦針路	潜水艦速度(節)	探知消滅平均巨離(碼)	沈降秒時	平均攻撃誤差(碼)
1	艦尾投下	ASDev Lant	アタックテイチャー	直進	0	200	25	55
2	〃	〃	〃	〃	3	〃	〃	91
3	〃	〃	〃	〃	5	〃	〃	99
4	〃	〃	〃	〃	7	〃	〃	124
5	〃	〃	〃	大回避	5	〃	〃	117
6	〃	〃	〃	回避	7	〃	〃	152
7	〃	〃	海上	〃	約3	100以下	〃	55
8	〃	COCTLant	〃	大回避	約5	100以上	20	170
9	前投(H/H)	CIT	〃	回避	約3	消滅せず	12*	41

*飛行秒時を含む

第3表から導き出される第1の結論は、攻撃誤差は、他の状況が変らなければ潜水艦速度の増加によつて増大すると云うことである。之は例題1,2,3及び4を較べれば判ることであるが、その理由は色々ある。潜水艦の速度が増すと盲目時間中に移動する巨離が大きくなり、それがため第6図第7図の斜線区域が大となる。更に多くの攻撃において潜水艦は攻撃艦に艦尾を向けた状態で大部分の攻撃が終り、潜水艦が高速になると接近率が低下するので平均盲目時間は増している。最後に高速潜水艦を攻撃するには攻撃艦の運動は困難になつてくる。

例題5及び6では、潜水艦が回避を行うため例題3及び4より幾分大きな誤差が出ているが、その差異は予期した程大きくない。然し之等の例題において、操艦者が予め潜水艦が回避するか否かを知ることがないように回避行動に交せて無回避行動も適当に混ぜられた。此のような場合、回避運動を誤つて推定して之を加味し、爆雷は近接区域にはなく第7図の回避区域に投下されたことも尠くない。此の如く、実際には目標が回避すると否とに拘わらず、それが回避能力を有し攻撃艦

が、敵がその能力を使うと考える限り、回避誤差は存在する。然し例題1から6までに与えられた誤差は(2)と同じような型の式でよく表わされる。即ち

$$E = \sqrt{60^2 + 240v^2 + 22v^3} \quad (3)$$

之は第8図に表わされ、よく実際と一致していることが判る。

例題7と8は訓練の効果が攻撃精度に大きな影響あることを示している。例題7における探知消滅巨難の短いことと敵速の小さなことから第8図によれば誤差は75碼と思われるのに、実際の観測誤差が55碼であつたことは、此のASDev Lantチームの例外的の高い練度を示すものと考えられる。例題8の場合、予期誤差は5節潜水艦に対しては約115碼であるのに実際の誤差は170碼であつた。之はCOTC Lantにおける訓練員が、訓練と経験の関係上ASDev Lantチーム程練度が上つていなかつたことによるものと思われる。

特に重要なのは例題9の前投攻撃であつて、41碼の誤差は、例題1の停止潜水艦に対する艦尾投下攻撃の誤差よりも少い。之が結論として、含まれている誤差は潜水艦の位置決定に関するもの(K_1 項)で、前投攻撃における盲目時間は極めて短いため、潜水艦の見越し誤差及び回避誤差(K_2 及び K_3 項)を大部分消去できたものとして差支えないであろう。

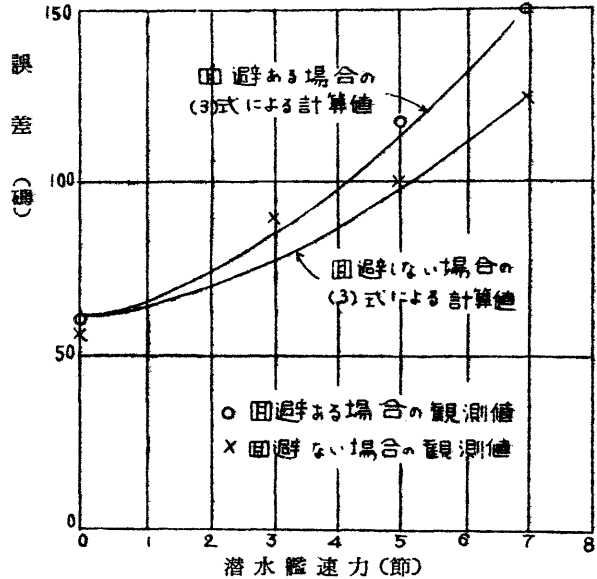
攻撃誤差については以上のようなものである。我々は誤差そのものに興味を持つものではなく、それが攻撃公算に及ぼす影響にだけ興味を感じるのである。次の段階は攻撃において射入された弾幕が潜水艦を撃沈する公算を決定するのにあり、この撃沈公算或は「有効率」を計算するためには攻撃誤差と弾幕そのものの性質を考慮に入れなければならない。

11.2.1 兵器の撃沈力

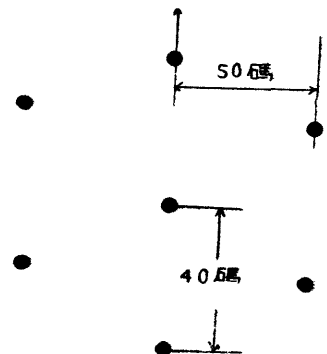
弾幕の性質を考慮するには実例によつて行ふのが最良である。ここに第9図のような爆雷弾幕を考えよう。若し爆雷が潜水艦のすぐ横で爆発したら内殻に大きな孔をあけて直ちに確実に撃沈することは疑う余地がないし何れも離れた所で爆発したら何等の被害も与えないであろう。之等2つの場合の間には各個の潜水艦の強度と乗員の士気及び練度によつて、爆雷が之を撃沈或は浮上に至らせるか、それとも、それができないかの広い範囲に亘る移行状態がある。

実験の結果によれば、内殻飯は、爆薬が一定の撃沈半径以内

第8図 攻撃公算誤差(第3表例題1乃至6)

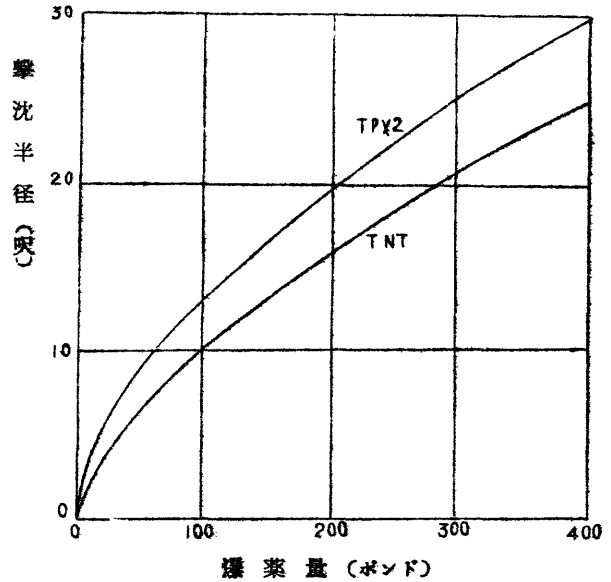


第9図 爆雷の7発パターン(仮想)



で爆発したら裂けることを示し、撃沈半径は爆薬の重量と種類並びに内殻の厚さによつて異り、その正確な値の決定は困難である。理想的な決定法は敵潜水艦に対する実艦試験であろうが、之は殆んど行い得ないので、大抵の試験は模型で行われる。第10図の曲線は7/8吋 HTS 鋼に対する TNT と Torpex の撃沈半径の薬量に対する変化を表わしている。

第10図 7/8吋 HTS 鋼に対する TNT と Torpex 2 の撃沈半径の比較



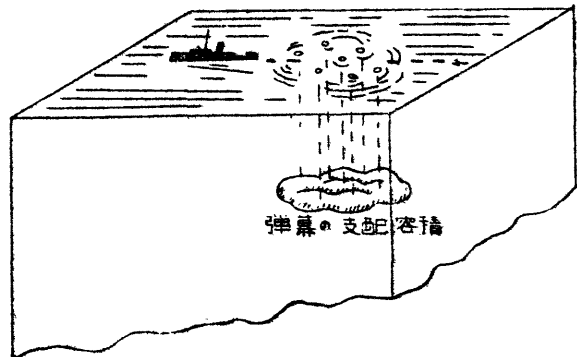
曲線は正確な撃沈距離とは言えないかも知れないが、第二次大戦で遭遇した型の潜水艦に対する威力をよく示しているものと思われる。計算を簡単にするために普通固定撃沈半径（浮出させる半径）以内で爆発した場合は凡て致命傷（浮出に至らせる損傷）を与え、それ以外の爆発は効果がないものとする。爆雷の与え

られた爆発位置に対して「支配容積」(Commanded Volume) があり、その特性は、その中に中心を有する潜水艦は悉く撃沈するが、それ以外に在る潜水艦には影響を与えないものである。

11.2.2 弾幕の撃沈力の計算

弾幕の威力を計算するための支配容積の実際的用法は以下のようなものである。先づ内殻の立体的の略図を各爆雷の周囲に、中心を爆雷爆発点におき、敵方位角（例えば 150°）の方向に向ける。之等の略図から21呎外方を包む袋を描けば（撃沈半径を21呎とする）第11図のようになる。若し潜水艦の中心が第11図の支配容積内にあればそれは撃沈される。故に弾幕の撃沈公算を決定するには潜水艦の中心が支配容積内に在る公算を決めさえすればよい。此の公算は攻撃誤差の分布によつて決定され、 $p(x, y, z)$ によつて表わされる。この場合 $p(x, y, z) dx dy dz$ は潜水艦の中心が爆雷爆発中心に対して (x, y, z) で表わされる位置にある公算とする。潜水艦の中心が支配容積内にある公算 P は

第11図 仮想の弾幕に対する支配容積



$$P = \iiint_{\text{支配容積}} p(x, y, z) dx dy dz \quad (4)$$

(4) 式に示した積分は普通グラフ方式で解かれ、先づ平面誤差について、次いで深度誤差について行う。支配容積は潜水艦の方向によつて決まるので、手続きとしては、弾幕の平均威力を得るた

めに多くの方位角について算出しなければならない。然し結論は明かである。即ちPは支配容積が増大すれば増加し、攻撃誤差が増大すれば減少することである。

支配容積は使用兵器によつて変ることは勿論である。上例について、深度爆雷の代りに触発信管爆雷について述べると、第11図の支配容積は概ね潜水艦の形状に等しい断面積を有し、安全装置解脱深度から海底に至る筒形から構成され、(註c) 支配容積は深度爆雷の場合より遙かに大きくなる。若し深度誤差が大、即ち $p(x, y, z)$ が深度200乃至300呎以上の大きな値を示すと、この新たに加わつた容積はPを増大し、触発爆雷の弹幕の威力の大きいことを表わす。他方、若し深度誤差が30呎位であつたら、深度爆雷の支配容積がこの地域に集中し、その撃沈半径が大きいためPの値は触発爆雷よりも深度爆雷の方が大となる。現在の米国の装備では深度誤差が極めて大きいので、触発爆雷による支配容積の増加は大いに歓迎されている。触発爆雷と同じく近接爆雷も有効深度範囲が広く、その支配容積は、爆雷と同じだけの断面積を持つた筒形であるから、所要の深度範囲内における近接爆雷の支配容積は常に深度爆雷のそれと同じ又はそれ以上である。故に近接信管を持つた爆雷の威力は同じ炸薬量の深度起爆装置を持つた爆雷に比し、深度誤差が小さいときは殆ど同様であり、深度誤差が大きいときは数倍に増加する。

各種弹幕の威力に関する数値は第4表の通りである。前投兵器の盲目時間減少による理論的利点(そしてヘツジホツグとマクストラツブにおける支配容積の大きいこと)が明かに示されている。第一印象としては誰もがスキツドは触発信管爆雷ではなく深度爆雷を使用するため支配容積が少なく、ヘツジホツグよりも威力が劣ると考えるかも知れないが、スキツドは深度決定装置と関連して使用され、深度公誤が小さくなるため、ヘツジホツグの広い深度範囲をカバーする能力を、スキツドはその撃沈半径の大きな点で償う程度になつている。而もスキツド弾は沈降速度が大きいため盲目時間を或る程度減少させているので深々度潜水艦に対してはこの事は重要性を増し、スキツドの方が威力を増している。更にスキツドはその弹幕が潜水艦を撃沈するに至らなくても、之を浮上せしめ、それから他の兵器によつて撃沈することができる。

第4表 各種対潜弹幕の理論上の効果

兵器の種類	潜水艦深度	信管	爆雷数	撃沈巨離(呎)	予期効果(%)
舷側及び艦尾投下爆雷	100呎乃至300呎中の1ヶ所	深度起爆	9	21	6
ク 近接爆雷	ク	感応起爆	9	21	24
ヘツジホツグ(MK10)	ク	触発	24	触発	28
マウストラノブ(MK22)	ク	触発	16	触発	17
スキツド	深度200呎で深度測定装置の標準誤差30呎	深度起爆	3		16
			6	21	26

11.2.3 各行動の奏効率の計算

今迄は単独の攻撃について論じてきたが、普通潜水艦に対する戦いは多数の攻撃よりなり、それが1個の算定の対象行動となつている。不幸にして対潜チームとしては常に望むが儘の回数の攻撃

(註c) 潜水艦の舷側に命中してもかすつて爆発しないものや、爆発しても内殻からの距離が大きいため撃沈に至らないものがあるから、若干の修正は行わなければならない。

を行うことはできない。その第1としては、探知は普通第4図に示すような理由で消滅するし、又各種の海水の攪乱の結果消滅することもある。第2には一度探知が消滅した後は、再探知が100%できるとは限らないことで、ウェーキ、ナツクル及び爆発による攪乱の結果、少数回の攻撃で探知が永久に消滅してしまふことも尠くない。良く訓練の積んだチームが良好な水測状況の下では再探知はさして困難ではないが、練度不足のチームで水測状況が悪いときは再探知はまづ不可能である。このように1回の行動における奏効率 P_I は単独の攻撃の奏効公算 P_a と攻撃後の再探知公算 C との函数である。攻撃後の再探知公算 C がそれ迄に行われた攻撃回数に係りなく一定であると仮定するならば、下の方の方程式が成立する。

$$P_I = P_a + C(1 - P_a)P_a + C^2(1 - P_a)^2P_a \dots + C^n(1 - P_a)^{n-1}(1 - P_a)^{n-1}P_a$$

$$= P_a \frac{1 - C^n(1 - P_a)^n}{1 - C(1 - P_a)} \quad (5)$$

但し P_I = 行動毎の奏効率

P_a = 各攻撃の奏効公算

C = 再探知公算

n = 攻撃兵器を消耗することなく行い得る攻撃回数

作戦データの示すところによると C は参加した艦艇数、考慮の対象となつた時期その他の要素によつて0.50から0.90の間を変動する。第5表にはその代表的な数値を示す。

第5表 再探知公算

時 期	単艦	数隻連合
1943年1月-43年7月	0.54	約0.8
43年8月-44年2月	0.68	約0.9

1行動の奏効率は再探知公算の増加によつて著しく向上するので数隻から成る隊の協同使用が強調される。(註d)

此の論述は決して攻撃理論の細部迄尽したわけではないが、要点については概ね触れた。従つてこれから、作戦データを検討し理論的予想と比較してみることが望ましい。

11.3 攻撃能力に関する実践上のデータ

敵潜水艦に対する攻撃に関してのデータは、充分に得られていないため、各攻撃の細部に亘つて之を再現することは困難である。各行動(1回の行動は数回の攻撃を含んでいることが多い)に対しては、攻撃の行われた際の四囲の状況、使用した兵器、参加した艦艇及び攻撃の算定(註e)の形で表わされた成果等に関しては或程度の基礎資料は得られている。それ故に作戦データの分析の大部分は攻撃の際の四囲の状況又は攻撃の性質の相違が算定によつて明かにされた成果に及ぼした影響の解明によつて成立している。此の種の数値の中の或るものは作戦データから得られた結果の

(註d) 然しながら之等の数値の意味に関しては、疑問の余地がある。何故ならば数隻の艦艇が実際に攻撃を行つた場合のみを協同動作として類別し、数隻の艦が参加したが1隻しか爆雷投下を行わなかつた場合は通例協同動作としていないからである。此の種の選別を行うと、協同動作は実際の作戦で得られるC(及び撃沈率)よりも大きな値を持つてると云ふ偏見を招き勝ちである。

(註e) 第二次大戦中、此の算定は毀害の目視による証拠、生存者ある場合はそれによる証拠及び被害を裏書きする情報等に基づいて行われた。然しドイツの降伏後押収文書によつて之等の資料は補充され、算定は訂正された。此処に掲げるデータは早期の戦争中の算定に基づくものであつて、此の疑問を更に検討するためには附録と、第8章とを参照する必要がある。

代表的なものとして例示されている。

11.3.1 攻撃誤差に影響を及ぼす要素

前節に指摘したように対潜攻撃の奏効率を決定するには2つの全体的要素、即ち攻撃誤差と兵器能力とがある。精度を決する変数の中で重要なものは、音波伝播に関する海洋の状況であつて、音波状況が悪いと艦艇の全体的能力は低下する。第6表に示すデータ(註f)は之が事実であることを表わしている。之等の数値は攻撃行動を基準にしていることに注意を要し、行動の効果は単一の弾幕の奏効公算と、1回の行動中探知が消滅するまでに投下される弾幕の数との両者によつて変化するものである。之等の影響の組合においても、音波状況が良好ならば、出会した潜水艦の損傷又は撃沈率は概ね良好である。

第6表 攻撃威力に対するソーナー状況の影響

ソーナー状況	行 動 回 数		敵に損害を与えた行動回数 の百分比
	算定成績A-G	算定成績A-E	
優(Good)―良(Fair)	120	27	22
可(Poor)―劣(Bad)	74	5	7

ソーナーで潜水艦を捕捉する上のいま1つの誤差と困難の原因は艦の縦横動揺である。現在の発振器は安定装置がないので縦横動揺が激しいと、ソーナー員は発振器を目標に保続させることが容易でなく、それがため情報が消滅した例が極めて多いが更にその上、艦の横動揺の両極限で測定した方位には重大な誤差が含まれる。又ソーナー員の全般能力もこのような状況の下では減退する。第7表には荒天或はそれ以上においては之が影響が重要なことを示している。(但し事例が少いため明白な根拠とはならない。)然し中程度の海面は不利な影響を見せていないが、之は海面が平穏な場合は温度による海水比重層のため音波伝播状況が悪くなり勝ちであることによるのであろう。

第7表 攻撃威力に対する海上模様の影響

(1942年7月―43年7月 米国の例)

海 上 模 様	戦 斗 回 数		敵に損害を与えた 戦闘回数の百分比
	算定成績A-G	算定成績A-E	
平穏、静穏、稍静穏 (Calm Smooth Slight)	116	20	17
中程度 (Moderate)	50	10	20
荒天以上 (Rough And Higher)	13	1	8

攻撃誤差は海洋状況以外にも多くの事由即ち攻撃側の艦型及びソーナーの種類、並びに経験技術、潜水艦の深度、速力及び回避行動等に影響されることが大である。この後者については、敵潜水艦が攻撃において、どのような行動をとつたかの真相が判らないから、之が情報は得られない。ソーナーの種類が重要な影響を及ぼすことも疑を容れないが、米国は1種類のソーナーの経験しか持たず、BDIの使用によつても作戦データに明瞭に現われるような能力の増進も期待できなかつた。然し日本の攻撃の極めて多くは聴音機のみを用いて行われた。米国潜水艦側から推定されたその能力

(註f) 数値は1942年7月から1943年7月に至る米国の行つた攻撃の中から算定成績AからGまでのもので、海洋状況による音波伝播を判定する資料の得られたものについてとつた。

と、探信による攻撃能力との比較は第8表の通りである。2種類の攻撃の差異は顕著で探信装置の優秀な精度に帰因する処大である。米国と日本の探信攻撃に見られる差異は 米国の装置の方が良好であつたことにもよるが、関係員の技術の差異による処が大きかつた。

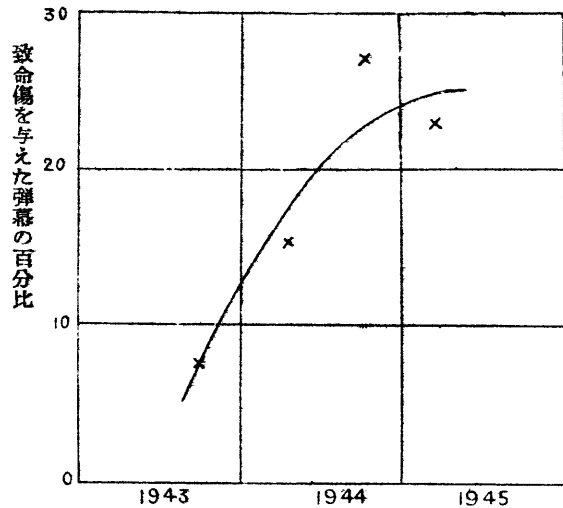
第8表 聴音攻撃と探信攻撃の能力の比較

	重大被害を 与えず(%)	大被害を与え たもの (%)	撃沈(%)
米国潜水艦に対する日本側の攻撃 (1943年7月1日-44年3月31日)			
聴音	99	1	0
探信	87	12	1
Uボートに対する米国側の攻撃 (探信使用)			
1943年	85	10	5
1944年	65	5	30

攻撃チーム側の訓練と経験の効果は大西洋海戦において特に重要性を発揮した。経験による向上の最良の実例は英国によつて行われたヘツジホツグによる攻撃成功の数字であろう。

データは第12図に示す通りで、1943年における攻撃効果の7.5%が1944年末期及び45年には20%以上に上昇したのは、使用兵器にも敵の回避戦術も大した変化を見なかつたため、訓練効果に負う処大である。第12図の数値は1攻撃毎に計上され(註g)、その点1戦毎に計上した第6表第7表とは基準を異にする。従つて1戦毎の攻撃数の変化は、この数値に影響を及ぼしていない。各個の攻撃は、兵器が未だ新しく関係員が用法に熟達していなかつた時期に較べ

第12図 英国におけるヘツジホツグ奏効率



ると、後になつてからは遙かに正確になつたことは疑の余地がない。

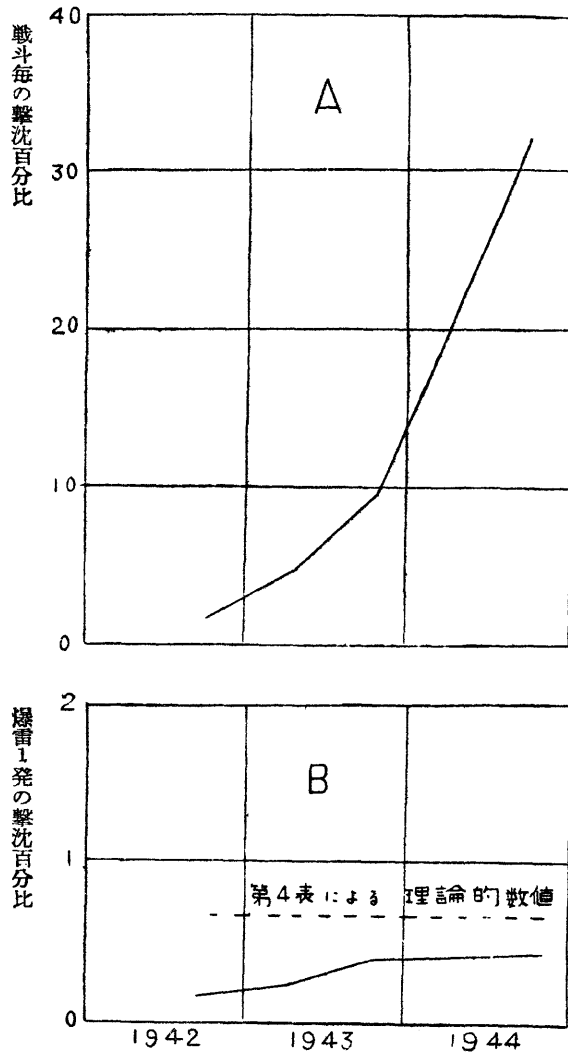
第12図にプロットされた点は、第4表の理論的数値に従えば20乃至30%まで上昇を示すことは明かである。ヘツジホツグを使用した初期には、その理論的の予想効果は楽観的で28%を越えていたので、その実際の結果には失望したが、1ケ年以上使用するに及んで、遙かに威力を発揮するようになり、又それに含まれた問題を更によく探究した結果、理論的の研究も効果を控え目に見るようになり、理論的予想効果と実際の成果とが一致するようになった。

経験と訓練の効果は戦争初期の米国艦艇乗員の爆雷攻撃の成果によつても表示されている。第13図には2つの曲線、即ち爆雷1発に対する効果と1戦毎の効果を示している。1戦毎の奏効率

(註g) 分析においては、Uボートのウェーキに対して行つた攻撃又は撃沈が概ね確認された後に行われた攻撃は計上していない。故に数値はかなり純粹な兵器の威力を表わす。

の増加の方が爆雷1発に対する効果の増加より明かに大きい。後者は攻撃精度を表わしているのに
 対し、全体の数値は1戦斗毎に投下した爆
 雷数によつても変つてくる。第13図 Bには
 爆雷1発に対する理論的效果が比較のため
 示してあるが、初期には実際は之と著しい
 相違があつたのに、後期にはかなり近くな
 つている。第13図 Aの曲線の急昇は弾幕の
 爆雷数が多くなつたこと、再探知技倆の向
 上、及び連合攻撃が多く実施されたこと等
 が戦斗の全体的効果を増加するのに与る処
 大であつたからである。

第13図 米国の爆雷攻撃奏効率



11.3.2 兵器の威力比較

攻撃精度に影響を及ぼす要素は以上のよ
 うであるが、使用兵器も重要性を持ち、作
 戦データによつて各種兵器の効果の比較を
 行うことができる。第二次大戦中の最も広
 汎な革新はヘツジホツグの採用であつて、
 第12図と第13図とを比較すれば、作戦デー
 タがヘツジホツグ攻撃の価値を証明してい
 る。直接の比較は第9図に表わされてい
 るが、訓練効果の要素に留意しなければなら
 ない。初期にはヘツジホツグはその威力を
 充分認識されるような使い方をされていな
 かつた。

爆雷とヘツジホツグとを比較評価するに
 際しては、ヘツジホツグ攻撃は、不良な状
 況の下では使用されなかつたから、一般に

第9表 ヘツジホツグ、爆雷及びスキツドの比較 (弾幕を基準とす*)

期 間	国 別	爆雷	ヘツジホツグ	スキツド
1943年 前 半	英	5.4%	—	—
〃 後 半	〃	4.0%	7.5%	—
1944年 前 半	〃	6.4%	15.4%	—
〃 後 半	〃	5.1%	28.1%	18.2% (単) 33.3% (複)
1945年 1—3 月	〃	7 %	23 %	62 %
1942年 8 月—44年 6 月	全連合国* 英	4.0%	8.0%	—
1944年 5 月—45年 5 月	米	4.5%	9.9%	—

* 11.3.1 に述べた如く、英国の研究は有効になり得ないような攻撃を除外しているから、ウェーキや気泡その他に対して行つた攻撃をも加味した場合よりも高い数値が出ている。

頁* ヘツジホツグが少くとも1回以上攻撃に使われた戦闘のみをとつた。

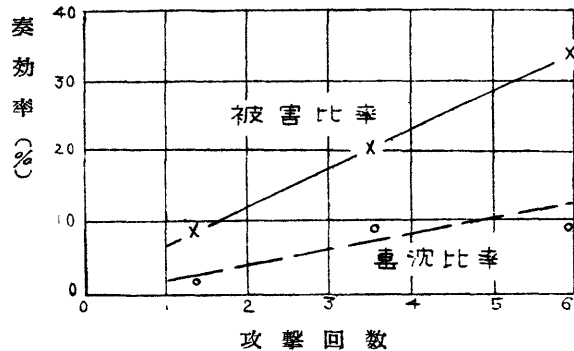
良く訓練された艦で音波状況の良好な時に深度の大でない潜水艦に対して行われたことは注意すべきことである。但し上表の1942年8月から44年6月までの爆雷の成績はヘツジホツグ攻撃も行われた戦闘のみについて計上してある。之等の場合同一の艦が両方の兵器を使つているので状況は同じである。ここにもヘツジホツグの優秀性が示されているので、その優秀性はこの兵器固有のものであるとの結論を下し得る。

スキツドの効力に関する数値は極めて少数の例からしかとつてないので結論と見做すことはできないが、それは第4表の理論的予想効果よりは良好であるので、極めて有効なものであると確信できる。

各種の兵器の威力に対する理論的数値と作戦実数値とを比較して結論を下すならば、理論は各種兵器の相対的利点を正確に描き出すと共にかなり正確な絶対値をも導き出すと言える。換言すれば理論的研究は対潜艦艇訓練の到達すべき標準を示すことによつて現訓練段階の程度を判定させると共に、対潜兵器の向うべき最良の発展方向を示すものである。

対潜戦闘の奏効率は攻撃回数によつて支配される処が大きく、攻撃回数が多い程、潜水艦撃沈公算が大ききことは作戦の成果の示す通りである。

第14図 攻撃回数による戦闘の奏効率
(1943年1月—44年2月米国艦艇)



第14図は奏効数と攻撃回数との関係を示し、潜水艦に被害を与えた戦闘の比率は、戦闘中の攻撃回数が増すに従つて漸増し、各攻撃毎に5%宛効果を増して行くものと予想される。潜水艦を撃沈した戦闘の比率も上昇していることは重要な事実である。例えば第4図の攻撃がなされたと云うことだけで前3回の攻撃は致命的でなかつたことを示し、4回の攻撃が行われた場合

の潜水艦撃沈の割合は第4回目の攻撃の撃沈率のみによつて測られる。然し第14図によると致命傷は連続攻撃の結果起り易いことを示している。多数の攻撃が行われた場合のその次の攻撃は、そうでない場合に比し致命傷を与え易い。第14図は(5)式に示された攻撃の持続性の重要さを十分に示している。(5)式では各回の攻撃の奏効率を持つているものとの仮定に立つているが、作戦の成果によると攻撃は連続する毎に奏効率を増すことを強調している。故に反復連続攻撃のため再探知を得ることが最も重要であるとの結論が下される。

数隻の艦艇を以つて連合攻撃を行うときは、第5表に示す如く再探知の機会を数倍に増加し、それによつて連合戦闘は高い奏効率を示している。単艦の戦闘と連合による戦闘との代表的な比較は第10表の通りであつて、連合攻撃は単艦攻撃に比し、2乃至3倍の威力のあることを示している。

(註h)

対潜攻撃に関する全体的結論は簡単である。良好な成果を収めるには次の3つのことが要求される。

- (1) 水測並びに水中攻撃兵器の正しい設計と、人員の訓練による正確な攻撃の実施
- (2) 大きな支配容積による兵器の威力の発揚
- (3) 良好な探知保続と再探知による反復連続攻撃の実施

第10表 連合攻撃対単艦攻撃

	単艦	連合
1943年1月—44年2月, 大西洋及び地中海における米国の攻撃		
攻撃回数 (A-G, +JS*)	176	18
判定 A 及び B の回数	9	3
奏 効 率 (%)	5	17
1944年3月—45年5月, 大西洋及び地中海における米国の攻撃		
攻撃回数 (A-G, +JS*)	41	38
判定 A 及び B の回数	5	21
奏 効 率 (%)	12	55
1941年12月—44年4月, 太平洋における米国の攻撃		
攻撃回数 (A-G, +JS*)	181	29
判定 A 及び B の回数	16	6
奏 効 率 (%)	9	21

* 潜水艦が存在したことは信ぜられているが、この研究の時には完全な資料が未だ入手できていない戦闘は JS と判定する。

(註h) 此の成果は連合戦闘の定め方のため、若干拡大されている。2隻の艦艇が数時間の時隔で、同一潜水艦と思われるものに攻撃を行った場合敵に損害を与えたときは、1回の連合戦闘と見做し、被害を与えなければ2回の単艦による独立した戦闘と見做されている。

第12章 航空機による攻撃

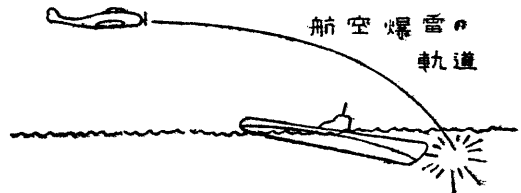
12.1 問題の一般論述

航空機による攻撃の一般理論は、水上艦艇による攻撃の所で考えられた線に沿って探究することができる。此の両者の細部は大巾に異なるが、前章で展開して基礎的理論概念の多くは本章にも適用できる。更に入手し得る作戦データの一般形式と、攻撃の判定に使われた組織は同一である。前章と同じく先づ、問題の全体的描写を手短かにを行い、次に細部の考察に入ることとする。何れの場合にも演繹的な面と帰納的な面の両方を扱う。

航空機は浮上潜水艦の発見力は水上艦艇よりも遙かに優れているが、潜航潜水艦の捜索並びに追跡力は極めて限定されている。(註a) その結果、航空機は主として水上状態で発見した潜水艦を攻撃するのに価値が大きい。實際上、潜水艦が水上又は半水上状態で攻撃が行われることが多いが航空機が攻撃のため、接近する場合の急速潜航のため潜航直後の攻撃も考慮しなければならない。(註b)

航空機が浮上潜水艦を発見(目視でもレーダーでも)したら、それは攻撃のために適良な位置に就かなければならない。目標が小さいから、航空機は精度を上げるため低高度に下る必要がある。然し目標は航空機を認めたら攻撃されるのを避けるため普通は潜航するから、近接に当つては、奇襲の要素を十分に發揮し、潜水艦が攻撃に先立つて潜航する程度をできる限り、極限しなければならない。近接中に目標の運動を見越すため針路速力を推定しなければならない。正しい位置に来たら航空機はその兵器即ちロケットか爆弾を投射する。水上艦艇の場合と同じく問題は、潜水艦が到達する位置に恰度兵器が到達するように之を発射することにある。(第1図参照)兵器の特性と攻撃時の潜水艦の位置とから、何処で兵器が着水すれば有効であるかを決定することができる。故に奏効公算は正しい目標位置の推定精度、所期の位置に兵器を到達させる誤差及び使用兵器の撃沈力によつて定まる。

第1図 航空機の航空爆雷攻撃



上記の諸要素は本章の之からの部分で詳細に亙つて考察する。それには先づ理論的論述を行い、その次に作戦の成果について考察することにする。航空爆雷が航空機の対潜兵器として最も広く主用されているので、作戦の経験も此の兵器に対して最も深い。その他のものの作戦の成果の或る面は、高度の機密が含まれているため、ここには論述できない。故に以下の詳細な論述の多くは航空爆雷に限定されるが、それは航空攻撃の兵器と戦術に関する完全な論述と云うよりも、その判定法の例と考えるべきである。

12.2 攻撃の成否を決する諸要素の理論的論述

(註a) 此の点に関する之以上の論述については第13章参照

(註b) 潜水艦のシノノケル使用は勿論航空機の捜索力を大巾に減小するが、それは潜水艦が攻撃を受けた場合の潜航の平均の程度を増加する以外には攻撃問題の基本までも変更するものではない。

航空機による攻撃の奏功公算を決定する諸要素は、水上艦艇による攻撃と同じく2つに大分類される。即ち攻撃誤差と兵器の撃沈力である。攻撃誤差は次のように小分類できる。

1. 潜水艦の位置の推定誤差
2. 個々の兵器の機能の不同による誤差
3. 照準誤差

12.2.1 攻撃誤差

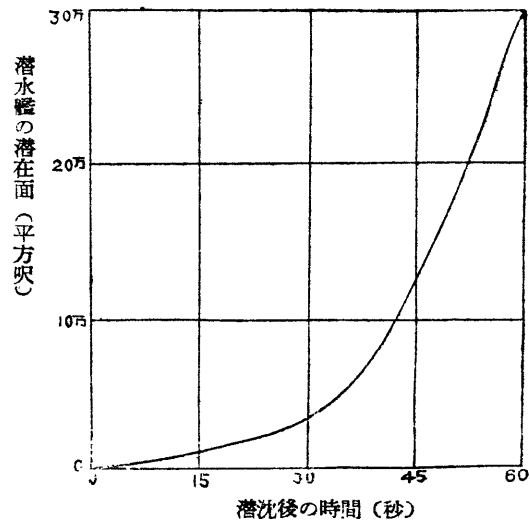
潜水艦が未だ見えているとき兵器が発射される場合は、目標の位置の推定誤差は、発射の時機から衝撃又は爆発の時機までの時間（盲目時間一註c）内の目標の運動の推定の誤りのみに限定される。ロケットを使用する場合は、潜水艦の動きは極めて小さいため、普通見越し量とはならない。航空爆雷の場合は投下から爆発までの時間は、攻撃の際の正確な状況によつて異なるが5秒内外であつて、その間の潜水艦の運動量は自艦の全長の半分に過ぎない。此のような目標の移動に対する見越しは、極めて容易で誤差は無視し得る。

他方、若し潜水艦が攻撃前に全没してしまうと、盲目時間は長くなり、潜水艦の位置は盲目時間が増大するに従つて第11章で論じた処により、その不確実性を増す。航空機による攻撃においては目標の針路速力に関する情報は目視による推定以外にはなく、又投下する弾幕は少数であるため潜航の際の針路速力の急変をカバーできないから、盲目時間の伸延による影響は特に重大である。潜水艦が潜航後の各秒時後に存在すべき範囲の増大する状況は第2図の示す通りである。之はドイツの500屯型Uボートの旋回性能に基づき、且つ速力は3節乃至7節の範囲に変わるものと仮定している。潜在面は最初の15秒間附近までは極めて小さいが、それ以後は急速に増大し、1分後には約27万平方呎に達することは注意を要する。

上の論述から、目標位置の推定誤差に基づく攻撃誤差は潜没後の時間の経過に伴つて急速に増大するため、奏功公算は急速に0に近づくことは明かである。視認し得る潜水艦又は潜没後15秒以内の潜水艦に加える攻撃をA級攻撃と称し、潜水艦の位置はよく判つている場合である。潜没後15秒から30秒までの間に加える攻撃はB級攻撃と称し、潜水艦の位置は不確実になつている。それ以後の攻撃に

つては潜水艦の推定位置の公算誤差は極めて大きくなる。故に我々は演繹的にA級攻撃は他のものに較べて成功の度が大きく、B級以後の攻撃においては成功の公算は急速に減小するものと予期できる。正確な演繹的量的判定はできないが、後で作戦の成果に基づいて上述の量的結論の解明を得ることができる。

第2図 時間の函数で表わした潜水艦の避退区域



(註c) 盲目時間の定義は第11章に述べてある。

今述べているような種類の誤差を減小する明確な方法は盲目時間の縮減、即ち潜水艦が見える間になるべく多くの攻撃を行うこと、或は少くとも A 級の範囲内で攻撃を行うことである。故に攻撃に際しては最大量の奇襲を加味した戦術を用いることが重要で、それがための要素としては航空機の速力、正確な哨戒高度、雲中からの近接、航空機の視認を避ける迷彩の使用及び、レーダーの放射の探知を避けるための捜索レーンバー（逆探）に対する対策（註 d）等がある。潜水艦があまり警戒していない場所における攻撃、即ち航空機による攻撃を敵が予想していない海域において奇襲を行うのも有利な方法である。更に之等の方法の外に適良な攻撃回数を増す方法としては、盲目時間のあまり長い攻撃や、それがため奏効公算の少ない攻撃は避けて時間と兵器とを将来の A 級の目標のために備えて存置することも考え得る。A 級攻撃の比率を増すための之等の方法の効果を演繹的に判定することは困難であるが、後で、作戦の成果から、奇襲的要素を最大に加味した迅速な攻撃の重要性を強調した結果の全体的向上について示そう。

攻撃誤差の第 2 は個々の兵器の機能の不同に基くものである。与えられた兵器を照準して発射する場合、それが航空機を離れてから或る程度の機能を有するものと仮定しなければならないが、之が正規の値と相違することが当然考えられる。例えば航空爆雷はその空中弾道と水中弾道に各々ばらつきがある上爆発深度にも不同があるし、ロケットも空中弾道、水中弾道にばらつきがある。此のような偏倚は勿論攻撃精度の低下を来す。此の種の誤差は兵器の設計の改善によらなければ減小できず、広汎な実用実験と作戦の成果の分析によつて設計改善の効果を決定できる場合が多い。

此の種の誤差の大きさを示すため、航空爆雷及び触発爆雷の推定値を第 1 表に掲げる。

第 1 表 個々の兵器機能の不同
（航空機の速力 100—200 節、高度 50—200 呎）

兵器の種類	前後方向予期誤差(呎)	左右方向予期誤差(呎)
米国円頭航空爆雷	17	17
米国平頭航空爆雷	7	7
触発爆雷（ヘツジホツグ又はマウストラップ）	3½	0

目標の位置と兵器の特性とによつて、有効な着水点が決定的される。兵器を所期の位置に齎らすことについての誤差を照準誤差と言ひ、上述の攻撃誤差の小分類の第 3 番目にあたる。照準誤差は通常航空機の針路を基準として測り、針路方向のものを距離誤差、針路に直角方向のものを左右誤差と云う。

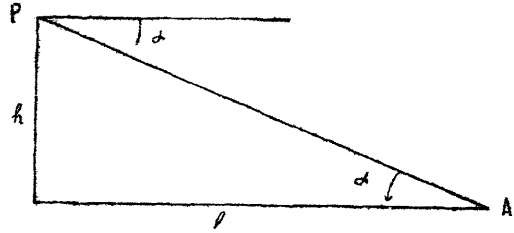
左右誤差は照準点の直上に直進する際の操縦誤差に起因し、距離誤差は爆雷投下時機の不良又はロケットの場合には発射時の高度の不正に起因する。之等誤差の量は攻撃時の外界の状況、操縦員爆撃員の技倆及び照準器の精度によつて変化する。

照準誤差とその減小法の例として航空爆雷による攻撃の場合を考えよう。操縦員は照準点のなるべく直上に飛行して、左右誤差を調整する。故に距離に関する限り、問題は爆雷投下時機の決定にある。水平攻撃においては幾何学的の状況は簡単である。第 3 図において P を爆雷ステイックの中

（註 d） 第 14 章参照

心を投下する際の機の位置、Aを照準点、 h を高度、 r を直距離 l を水平距離(何れも呎)とし、角 α をPA線と水平線とのなす角とする。機速を V 呎/秒とすれば、空気の抵抗を考えなければ、爆雷中心は $V\sqrt{2h/g}$ 呎だけ前方に落ちる。故に正しい投下点は

第3図 水平爆撃の幾何学



$$l = V\sqrt{2h/g} \text{ 又は } r = \sqrt{h^2 + V^2 2h/g} \text{ 或は } \alpha$$

が $\tan\alpha = h/l$ で与えられるような場合になる。従つて照準距離の問題は、高度が与えられた場合は正しい直距離又は、水平距離、或は水平線と航空機と、照準点とを結ぶ線とのなす角の何れかが定まれば解決される。 r の使用は、レーダーによつて直距離が測れるためレーダー照準器によつてなされ、 α の使用は此の角を決定し得る反射照準器によつてなされる。その他に α 角の変化率を利用することもでき、角速度照準器が之に当る。他の方法が機速と高度の誤差に敏感であるのに対し、此の後者の方法は之等の誤差にそれ程敏感でない。

航空機は必ずしも水平に目標に近接する必要はない。潜水艦を発見した場合、機は普通比較的大きな捜索高度をとつており、攻撃を行うために高度を下げなければならないから、降下しながら爆雷を投下する場合も少くない。降下爆撃においては投下点を決定する公式は水平爆撃より複雑になるが、距離誤差の調整には同じような方法が用いられる。航空機を降下から引上げる運動を利用して爆雷を投下する引上爆撃を行うこともできる。

適当な照準器がないため、前大戦中広く用いられたのは所謂「勘」による爆撃法である。之は照準器を使用しないで、操縦員は永い間の直観によつて正しい時機に投下する方法である。

与えられた照準法に対する照準誤差は、航空機の種類、操縦員と爆撃員の練度と個人能力、外界の状況等の要素によつて大巾に異なるため一般に適用できる数値を掲げることは不可能である。ASD ev Lant で降下爆撃の訓練を受けた代表的な TBF 戦隊の実績によると、之等誤差の訓練中の量と実習の結果の減小状況は次のようである。

3週間のうちに各操縦員は曳航された目標に対し、約 15° の降下爆撃実習を反射照準器を使つて約100回実施した。全攻撃実習を通じての平均弾着点(Mean Point Of Impact=MPI)は距離は遠の62呎、左右は右に8呎で、MPIの公算誤差は前後が80呎、左右が30呎であつた。(註e)

3週間の間に前後のMPIは135呎から18呎になり、左右は変らなかつた。MPIの公算誤差は前後は98呎から40呎に、左右は38呎から25呎に減小した。従つて訓練の結果MPIは目標に対して有効となり、目標からの散布が激減したことが明かである。向上は各操縦員が100回の攻撃実習を行つた後も続いた。

3週間の降下爆撃の後、戦隊は、勘による水平爆撃を1週間行つたが、MPIは遠に31呎、右に1呎で、MPIの公算誤差は前後66呎、左右14呎であつた。之等の成果は降下爆撃実習を充分に行

(註e) 左右誤差は自針と敵針とのなす角度によつて著しく異なることに注意しなければならない。MPIは敵針上からの攻撃の場合は目標上になり、正横からの攻撃の場合は左舷からか右舷からかにより右10乃至20呎になる。MPIの公算誤差は敵針上からの攻撃で15呎、正横からの攻撃で40呎である。

つた後のものであるから、両爆撃法の全体的成果を直接比較することは正しくないが、水平爆撃の距離誤差は降下爆撃の場合より約20%大きく左右誤差は約半分になるものと考えられる。

正確な照準器の使用による成果の向上が、ASDev LantにおいてBARB（角速度）照準器を使用して公算誤差を僅か16呎に縮小した事実によつて提唱された。而も訓練は殆ど必要としなかつた。同じように正確な照準器の使用によりロケットの精度を向上したことがASDev Lantによつて示された。規定の照準誤差を有する反射照準器を使用した場合、最も訓練の積んだ戦隊において距離の平均偏倚が10ミルなのに対しRASP（自働ベクトル）照準器は8ミル、引上げ発射は6.3ミルであつた。

作戦誤差は普通、攻撃実習の場合より遙かに大きな値を示しているが、之については後に述べる。

今までに論述してきた攻撃の成否に関する3種類の誤差の影響は、与えられた兵器の撃沈力に関連する之等誤差を考慮してはじめて決せられる。故に我々は次に兵器の撃沈力を論じ、更に奏効公算を演繹的に決定するために攻撃誤差と兵器の撃沈力の組合せについて説明しよう。

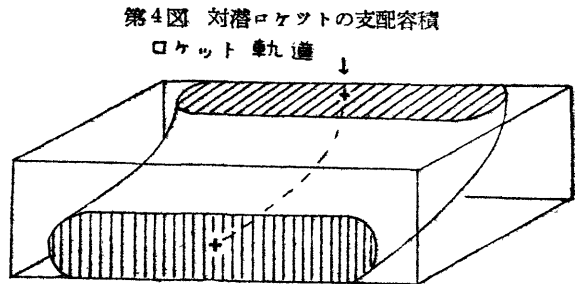
12.2.2 兵器の撃沈力

全般的の見地から、水上艦艇による攻撃の処で論述した支配容積の概念は航空機による攻撃にも適用できる。例えば、航空爆雷のステイツクが投下された場合、各爆雷は、その周囲に前に述べたような方法で作られた支配容積を有し、奏効公算は(1)式で与えられる。

$$P = \iiint_{\text{支配容積}} p(x, y, z) dx dy dz \quad (1)$$

但し函数 $p(x, y, z)$ は潜水艦の中心が x, y, z で示される位置にある公算で攻撃誤差によつて決定される。潜水艦の内殻に対するロケット齊射による命中公算も同様に決せられ、この場合各ロケットの支配容積は、与えられた攻撃角（註f）に対する内殻の断面に等しい面積をロケットの水中弾道に沿つて動かすことによつて生ずる立体である。

（第4図参照）



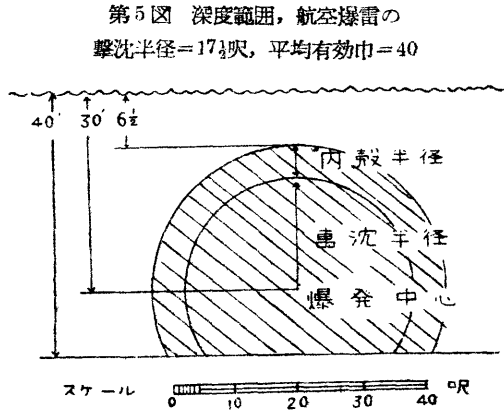
然しながら、爆撃誤差の盲目時間による影響のため、航空攻撃が成功を収めるためには浮上又はそれに近い状態の潜水艦に爆撃を行わなければならない。従つて、潜水艦の深度を問題の変数から除き、公算の計算を仮定の深度又は潜在公算が等しい小深度範囲に基づいて行うのが便である。こうすることによつて支配容積の概念を撃沈面積で置換えることができる。

此の方法を説明するために航空機がドイツの500屯型Uボートに対して第二次大戦で使用された型の航空爆雷のステイツクを投下する場合を考えよう。このような攻撃のために結局25呎の固定深度が用いられた。之はA級潜水艦に対してはその内殻の中心が6呎（浮上の場合）乃至40呎（潜没後15秒の場合）の中の何れかにあるわけであるから概ね正しい。25呎に調定された爆雷は実際より

（註f） 攻撃角とは航空機の針路と潜水艦針路との交角である。

も深くで爆発するため、この説明では有効調定深度を30呎と仮想しよう。(之は第二次大戦中に発達した米国最良の爆雷について概ね正しいものである。)

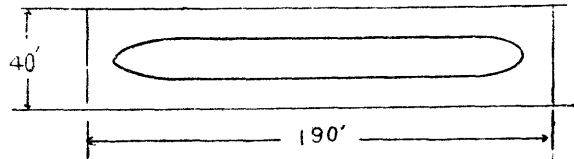
故にこの有効調定深度に対して A級攻撃しか行われぬものとし、潜水艦の内殻中心は 6½ 呎から 40 呎の間に一様に分布するものと考えれば、撃沈区域は下のようにして決定される。爆雷が潜水艦を撃沈するために爆発しなければならないような範囲を内殻中心から潜水艦のキールに垂直に描いて見ると第 5 図のようになる。若し潜水艦の内殻中心が図の斜線部即ち爆発中心から爆雷の撃沈距離と内殻半径の和に等しい半径の範囲内にある場合は有効である。図では撃沈半径を 17½ 呎としているが、之は米国の TNT 充填の 350 ポンド爆雷に合致している。此の図から爆雷の平均有効巾は容易に決められ、約 40 呎になる。即ち爆雷はキールから垂直に測つて潜水艦内殻中心から 20 呎を越



えない範囲に落下しなければならない。次にキールに平行に測つた撃沈範囲を考えよう。500 吨型の U ボートにおいて内殻の両端部における内殻径の変化を斟酌し、且つ内殻の前後端からも或る範囲は有効なものとするれば、17½ 呎の撃沈距離を有する爆雷は、深度に関する条件が上と同じならば内殻中心から前後へ各々 95 呎以内で爆発しなければならない。

従つてここに考へている爆雷と潜水艦に関しては内殻中心の直上を中心として水面に第 6 図のように長さ 190 呎、巾 40 呎の撃沈面積ができる。かくして若し爆雷が此の面積の下方で 30 呎の仮想深度で爆発したとすれば潜水艦を撃沈することができる。(註 g) この状況が現出する公算は攻撃誤差によること勿論である。

第 6 図 航空爆雷の撃沈区域 (TNT 充填 350 ポンド爆雷)



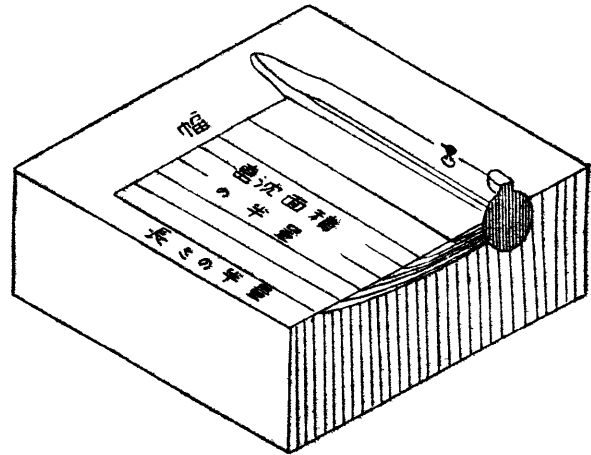
次に別の観点から、此の撃沈面積を、長軸を U ボートのキールの方向を向けた。各爆雷の周囲を包む面積とも考えることができる。この場合潜水艦の中心がステイツクの何れかの撃沈面積に入つていれば攻撃は有効である。前の場合と同じく、この状況は攻撃誤差如何によつて現出するものと考えられる。

他の種類の爆弾についても同様な探究法を用いることができるし、ロケットの場合も之に類似している。与えられた潜水艦の深度に関する条件と攻撃角度の下では、内殻を貫通するに適した速度を以つてロケットが水中を進行する軌道を考えると、着水距離がどの位近くても命中して撃沈できるかが判る。(註 h) 潜水艦の曝す面は左右の許容範囲を示す。例えば浮上潜水艦に対し正横から

(註 g) 之は勿論厳密には正しくない。何故ならば、或る爆雷は撃沈面積内で爆発しても目標を撃滅できなかったり、撃沈面積外のものが成功したりする変動があるからである。然し固定した撃沈面積を仮想することによつて、多数回に対する正しい平均的傾向を知ることができる。

15°の降下角度を以つて Model 5 ロケットの攻撃を行う場合、67呎以内の近で中心から80呎以内の左右偏倚の場合は撃沈し得る。即ち此の状況の下では撃沈面積は第7図に示すように 67×160呎である。

第7図 浮上潜水艦に対するロケットの撃沈面積正横攻撃

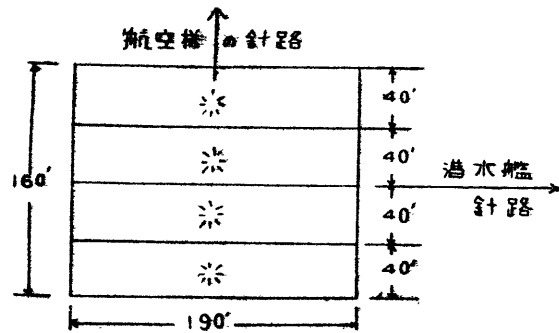


12.2.3 奏効公算

我々はさきに撃沈区域の説明のときに使つたと同じ仮定の下に4発の航空爆雷から成るステイツクを考えることによつて奏効公算を演繹的に決定するために攻撃誤差と兵器の撃沈力とを組み合わせる方法を説明できる。状況を簡単にするために正横からの攻撃を考え個々の爆雷の散布を無視することとする。更に攻撃公算誤差を単前後左右夫々120呎及び65呎とし、之等は正しく、Uボートの中心の周囲に分布するものとする。(註i) 此のような想定の下では最も有効なステイツクの間隔は40呎であることは明かである。何故ならば此の間隔にすれば各爆雷の撃沈面積は互に隣のものとして、4発の全撃沈面積の間には重複も間隔もできないからである。故にここにステイツクによつて第8図に示すように航空機の進行方向に対して長さ160呎、巾190呎の有効撃沈面積ができ、若し潜水艦の中心がこの面積内にあるときは攻撃は成功する。

想定距離誤差120呎に基けば潜水艦の中心がステイツク中心から与えられた遠近方向の距離内にある。公算を示す曲線は第9図に示すような標準型分布曲線になる。故に潜水艦の中心がステイツク中心から遠近方向に80呎以内にある公算は、この曲線で $x = -80$ から $x = +80$ までをとれば 0.35 で与えられる。

第8図 爆雷4個のステイツク面



同様に潜水艦の中心がステイツクの中心から左右方向に95呎以内にある公算を計算すれば、公算誤差が65呎であるから、0.68になる。実際の奏効公算はこの両者の生起公算によつて定まるから、 $0.35 \times 0.68 = 0.24$ 、即ち与えられた想定の下では爆雷のステイツクは24%の潜水艦撃沈公算を有する

(註k) ロケットによる内殺貫通が必ずしも直ちに撃沈には至らないことがあるが、与えた損害のため潜水艦を浮上させ、引続く攻撃によつて撃沈することができるから、撃沈と云う言葉を使つても差支えない。

(註;) 之等の誤差は今までに引用した投下訓練の成績に較べると著しく大きいが、作戦成績に現われた誤差に較べると未だ小さい方である。

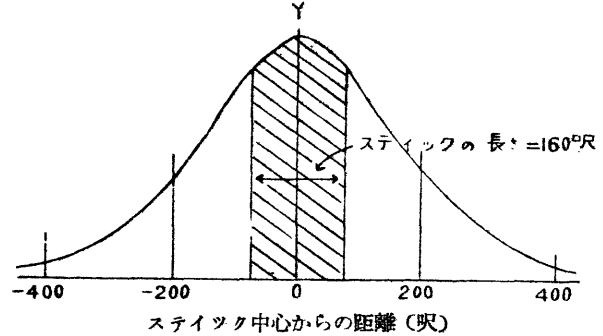
ことになる。

若し個の爆雷の散布を考慮に入れ、又攻撃角を0°から90°迄の中間をとると計算は著しく複雑になる。上例は単に基礎理論のみを説明したのであるが、次に此の種の演繹的計算の結果を少し検討しよう。

此のような計算は種々の目的に役立つ。即ち、与えられた兵器に対して使われる

最も適当な戦術を決定することができるし、又最良の攻撃角、ステイツクの最良の投下間隔等の疑問に答えてくれる。更に基本的には、根本的に異つた種類の兵器或は与えられた兵器の中の種々の型の比較を行うことができる。此のような比較は如何なる兵器を使用すべきかを決定するのに価値が大であり、その設計に有益な改良を廣らすことが多い。演繹的の公算の計算は又与えられた兵器使用上の精度の影響の研究に使われると共に精度の改善によつて奏効公算をどの程度迄向上できるかを示すものである。最後に、このような計算によつて作戦の成果から何が期待され、又このような成果を評価するには何が役立つかを予測することができる。上記の諸点を500吨型Uポートに対するA級爆雷攻撃について、撃沈面積を論じた場合と同様の想定(即ち6½呎から40呎迄の間に様に存在する)の下に説明しよう。成果は第二次大戦中に使われた米国の基本的な種類の航空爆雷について表わし、第2表にその各種爆雷の特性を要約して掲げてある。(各種の爆雷の重量は少しく変つてゐるが、ここには概略重量を掲げる。)

第9図 潜水艦の中心がステイツクの中心から遠近方向に与えられた距離内にある公算



第2表 航空爆雷及び爆弾の特性

種類	爆薬	弾頭	撃沈距離(呎)	爆発深度(呎)	散布界(呎)	
					航空機針路方向	左右方向
350ポンド航空爆雷 (薬量 250ポンド)	TNT	平頭	17½	30	7	7
		丸型	17½	30	17	17
	Torpex	平頭	22	30	7	7
650ポンド航空爆雷 (薬量 450ポンド)	TNT	平頭	25	30	7	7
		丸型	25	30	17	17
60ポンド爆弾(薬量 30ポンド)	TNT	平頭	触発	触発	3½	0

正横攻撃及び首尾線攻撃における仮想照準公算誤差(潜水艦位置に関する公算誤差を含む)は第3表に示す通りである。

(中間の攻撃角の場合は合成値を使用した)

以上の仮定に基づくステイツク投下間隔の

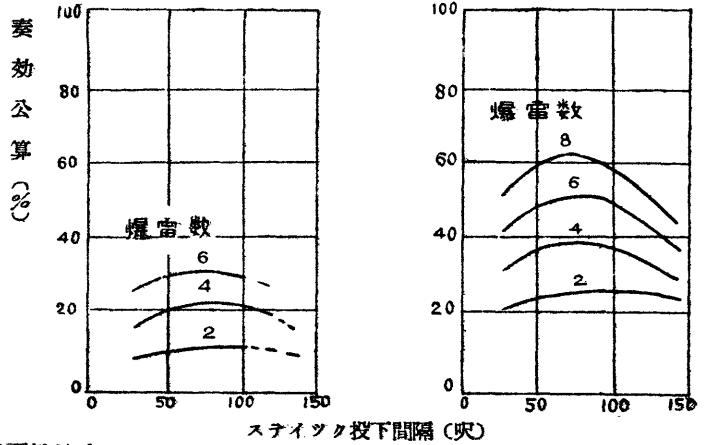
第3表 A級攻撃における仮想爆撃誤差

	前後方向公算誤差	左右方向公算誤差
正横攻撃	120呎	65呎
首尾線攻撃	135呎	20呎

奏効公算に及ぼす影響は第10図の通りで、350ポンド TNT 丸型頭部航空爆雷の成果である。同じ計算の基礎に立つて各攻撃角の場合を計算すると第11図ができる。第11図から、爆雷2個によるス

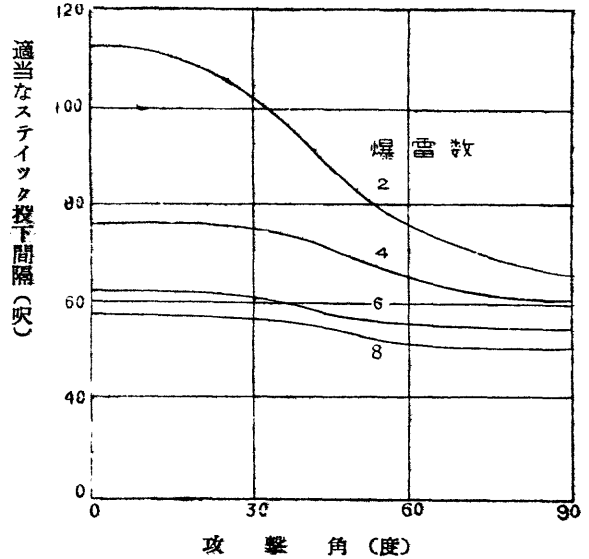
テイツクにおいては適当な投下
 間隔は攻撃角によつて大巾に変
 化し、2個を越えるステイツク
 においては殆ど変化がないこと
 が判るのは注意を要する点であ
 る。然るに第10図によると、ス
 テイツク間隔の奏効公算に及ぼ
 す影響は2発の場合は殆ど無視
 し得るのに、多数弾のステイツ
 クでは極めて顕著である。換言
 すれば適当な投下間隔が攻撃角
 によつて大巾に変化するような

第10図 ステイツク投下間隔に基づく撃沈公算
 (350ポンド丸型頭部TNT爆雷)
 正横攻撃 首尾線攻撃



場合は、その適当な投下間隔の重要性は小
 さく、適当な投下間隔の使用が重要な意味
 を持つような場合には攻撃角が変化しても
 適当な投下間隔は殆ど一定している。従つ
 て約75呎の投下間隔が各攻撃角度に対して
 最も満足した値を得ることになる。之は、
 各攻撃毎にステイツクの投下間隔を変える
 ことは煩雑であり、遅延を来たすため、重
 要な結論である。又第10図から多数弾のス
 テイツクの場合でも、75呎から少し偏した
 位の値は、充分に使ひ得ることを示してい
 る。(平頭弾についても同じような結論が
 出される。)

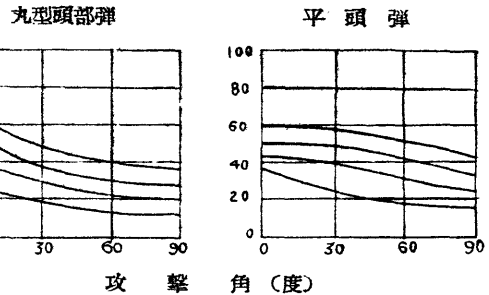
第11図 攻撃角に基づく適当なステイツク
 投下間隔 (350ポンド TNT 丸型頭部爆雷)



攻撃角度の影響は第12図に示す通りで、
 丸型頭部と平頭の両種の爆雷につき同じ状
 況の下に表わしている。潜水艦の首尾線方
 向から行う攻撃の方が奏効公算は大で、こ
 の角度から行うことは効果発揚上有効なこ
 とであるが、それがために攻撃時機が後れ
 るときは効果は充分には発揮できない。

第12図 各攻撃角について最良の投下間隔を用
 いた場合の攻撃角と撃沈公算の関係

ステイツク投下間隔と攻撃角の影響は爆
 雷(爆弾)の種類と計算にとり入れた假定
 によつて大巾に変化するの以上記の成果は
 単に説明的なものにしか過ぎないが、その



結論はA級潜水艦に対し低高度の航空爆雷攻撃に安心して適用できる。その次には第2表に掲げられた別の種類の爆雷との比較を種々の攻撃角の平均効果と、各攻撃における最良のステイツク投下間隔に関して検討してみよう。

このような比較は第13図の各曲線が示すように重量基準で行うと極めて明瞭である。

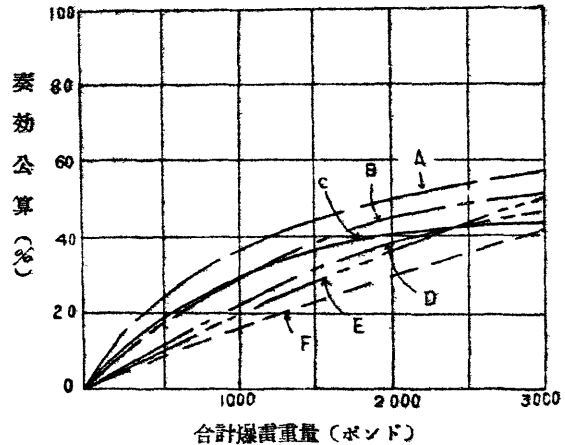
之等の曲線から直ちに明瞭に判ることは如何なる種類の爆雷でも、投下数が多ければ効果が大きいことである。即ち第1撃に大きな奏効公算を得るために充分な数の爆雷を使用することが大切であつて、第2図のA級攻撃の絶好の機会がある場合でなければ爆雷をとつておくことは良くない。例えば第2次攻撃を行い得るチャンスが25%以下の場合には350ポンド弾10個位は第1撃で投下する方が正しい。

爆雷の種類による成果の比較は数個の重要な点を解明しているが、それを要約すると下のようである。

1. 同じ条件下の丸型頭部弾と平頭弾との曲線を比較すると、その水中軌道の散布が17呎対7呎であるため、後者は明かに有利である。
2. 350ポンド弾の曲線を650ポンド弾に比較すると、重量基準では、各種爆雷ステイツクを通じて小型弾の方が明かに有利である。350ポンド弾が米国海軍で使用されている最小型弾であるが、之は必ずしも最適のものとは言えず、同じ仮定の下で英国の265ポンド弾（Torplex重量193ポンド）を研究したところ、重量基準ではこの方が若干優れていることが判つた。更に弾量を軽くすれば益々有利になるわけであるが、その結果は種々の要素、例えば弾重量に対する全薬量の比率や、多数弾のステイツクを投下するための附属装置の重量等によつて変つてくる。
3. 350ポンド Torplex 平頭弾の曲線を同じ TNT 弾に較べると強力な爆薬による価値がよく判る。与えられた重量の爆雷の撃沈巨離を爆薬の改良によつて向上させるのは攻撃効果発揮上極めて有効な方法である。
4. 全曲線を見ると、各爆雷中で350ポンド Torplex 平頭弾が最も優れていることが判る。その他のものの中ではヘッジホッグ型の触発弾が1,000ポンド以下の重量では優秀なことを示しているが、之は見かけ上だけの利点のようである。深度爆雷は撃沈巨離以外で爆発しても潜水艦に損害を与えるのに対し、触発爆雷は至近弾でも何等の損害を与えない上、小型触発弾を多数搭載するためには架台のため余分の重量を増してその利点を減ずる。ここではA級攻撃だけを考へているので、潜水艦の潜在する各深度をカバーする触発弾の利点は分析に含められなかつたが、A級よりも時間の後れた攻撃の場合は、潜水艦位置の不明確のため触発弾の公算は若干増

第13図 各種爆雷ステイツクの弾量による撃沈公算、全攻撃角の平均をとり、各攻撃角には最適の投下間隔を使用する。

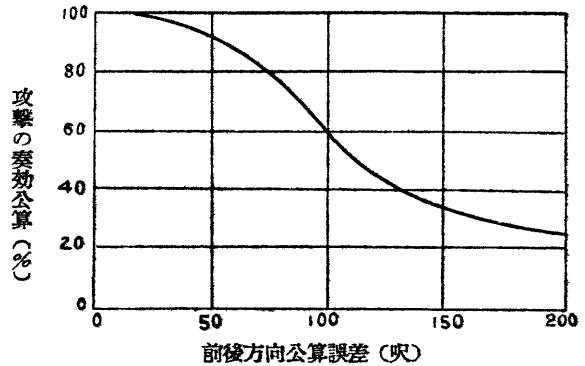
A. 350ポンドTORPEX平頭弾 D. 350ポンドTNT円頭弾
 B. 350ポンドTNT平頭弾 E. 650ポンドTNT平頭弾
 C. 触発弾 F. 650ポンドTNT円頭弾



加する。

上述の成果は照準誤差に関する一定の想定に基づくものである。照準誤差の影響は第14図に、6発の350ポンド Torpex 平頭爆雷について示してある。撃沈公算は全攻撃角の平均をとり各攻撃角に対しては最適の投下間隔を用いてある。成果は、正横攻撃における前後方向公算誤差について示されているが、正横攻撃における左右誤差と、それ以外の攻撃角における前後左右誤差は、第3表の關係を使つて前後誤差に比例させてある。この曲線は照準精度の重要性を強調している。即ち前後誤差50呎以内のとき攻撃は殆ど確実に有効であるが、それ以上では公算は急激に低下し、125呎の場合は約50%に減ずる。有効な照準器の価値が之等の数字によつて明示されている。

第14図 350ポンド Torpex 平頭爆雷 6発による予期誤差に基づく撃沈公算



8個演習ロケット弾による有効攻撃角の場合の演繹的奏効公算は、之に対応した6発の爆雷による目測照準の場合と略々同じ程度である。一例を挙げれば、照準誤差(標準偏差)左右35ミル、上下25ミル(訓練の場合の数値の約2倍)とすれば、巨艦400碼のA級Uボートに対する20°降下時の8発よりなるロケット攻撃の撃沈率は約50%である。之は第14図に示した米国の Torpex 平頭爆雷6発による攻撃で前後誤差120呎の場合と略々同じ公算である。勿論上述の比較は照準誤差と兵器の特性に或る種の特定の仮想がなされている。将来の照準法と兵器そのものの改善はこの両種の兵器に別々に影響を及ぼすであろうから、終局的に何れが優れているかの結論を下すことはできない。之等は補助的性質を有するものであるため、実際には此の点を決定する必要はない。航空爆雷は凡ゆる攻撃角に有効で、又潜航直後の攻撃にも有効であるのに対し、ロケットは正横附近からの攻撃に限定され、而も視認し得る潜水艦に対して使用されるものである。他方ロケットは軽量であるため爆雷が搭載できない航空機にも搭載できる上、爆撃機に対する攻撃にも使えるので、若干の荷重の増加で2重の威力を持つた兵器となることができる。

12.3 実戦の実績

第二次大戦中に得られた実際の航空機による攻撃の実績によると前節で演繹的に組立てた結論の多くは正しいことが実証される。最初に考慮すべきことは、迅速な攻撃を行い、且つそのような攻撃に適した調定深度を使用することの重要性である。

12.3.1 攻撃時の潜没の程度

第4表は1942年の後半及び1943年の初め7ヶ月間の、大西洋と地中海における米国航空攻撃のみによつて得られた成果を掲げている。判定効果A乃至D(Uボート撃沈又は損傷)の比率と判定効果A及びB(撃沈及び撃沈概ね確実)の比率を期間別、潜水艦の状態別に掲げてある。

表中の前期から後期への推移に見られる全体的成果の明かな向上は全水上状態におけるUボート攻撃の率が上つたことと歩調を合わせている。各期の成果を詳細に解明していくと、潜航の度が増

すに従つて奏効公算が減少すると云う理論上の論述から 到達した結論の正しいことが数的に実証される。

第4表 攻撃時における潜水艦の状態の及ぼす影響
(米国航空機のための独立攻撃)

潜水艦の状態	1942年7月-12月			1943年1月-7月		
	件数	判定A-D (%)	判定A又はB (%)	件数	判定A-D (%)	判定A又はB (%)
全 水 上	17	41	24	52	37	23
浸 洗	7	29	0	5	40	20
艦尾及び/又は司令塔露出	22	32	5	25	20	4
潜望鏡露出	3	0	0	2	0	0
全 没 後 0-15秒	38	3	3	11	18	9
全 没 後 15-30秒	25	4	4	11	0	0
全 没 後 30-45秒	12	0	0	4	0	0
全 没 後 45秒以上	22	0	0	5	0	0
その他	9	8	8	33	30	21
計	160	5	5	150	25	15

12.3.2 25呎調定深度の重要性

米国が参戦した際には50呎調定深度が普通であつたが、1942年後半に至り浅深度調定の重要なことが認められ、普通の調定深度は25呎となつた。然し1942年の7月から12月までの期間に39回の攻撃が50呎深度調定の下に行われたが、そのA-D判定は上表に示された11%に対し3%にしかならなかつた。1942年の前半には、もつと深い調定深度が使われ、米国戦略海域内で174回の航空機の独立攻撃が行われたが、その成果は判定A-Dは僅か4.6%であつた。深い調定深度がこの貧弱な成果の少くとも一部の責を負わなければならないことは疑を容れない処であり、作戦の成果が、このように浅深度調定で迅速な攻撃を行うことの重要性を明瞭に表わしている。

米国の25呎調定爆雷は実際は25呎以上の深度で爆発したから、上掲の改良は理論的に可能なことの部分的理解にしか過ぎなかつた。試験の結果によれば1943年1月から7月までの期間中に使用された25呎調定の米国航空爆雷は実際には27呎乃至64呎で爆発し、平均40呎であつたのに対し、英国航空爆雷は正確な値に近かつた。この2つの爆雷の作戦成果の比較を行つたら所期の深度で爆発するものの方が有利なことが判つた。此のような比較は第5表に示されている。英国側の数値は、1943年4月より10月に至る期間の全水上又は一部水上のUポートに対する昼間攻撃に基づくものである。米国側の数値は1943年1月より7月に至る期間の攻撃に基づき、潜水艦の各種の状態を含んでいる。潜航潜水艦に対する攻撃が含まれていることを補うため、米国の攻撃に対する判定A-D(撃沈又は大破)は撃沈したものと見做してある。(米国の攻撃の72%が全水上又は一部分視認できる潜水艦に対するものであるのに対し、撃沈は全A-D判定の54%にしか過ぎないので、之は実際には補いのしすぎであり、従つて補いは米国航空爆雷に若干都合よすぎる。)

第5表 異つた航空爆雷による実戦の成果

英国 航空爆雷					米国 航空爆雷				
理論上の成果 爆雷数	作戦上の成果		作戦値と理論値の比率		理論上の成果 爆雷数	作戦上の成果		作戦値と理論値の比率	
	撃沈率 (%)	平均爆雷数				撃沈率 (%)	平均爆雷数		
2	20.5	2.5	20	98%	2	23.5	2.4	11	47%
4	34	4	29	82%	4	41.5	4	27	65%
6	51	5.9	37	73%	6	54	5.7	33	61%
8	57	7.8	55	96%	8	66	8.3	36	55%

上記から英国の爆雷は予想に近い成果を挙げているのに対し、米国の爆雷は予想の半を少し上廻っているだけであつたことが判る。

12.3.3 爆撃誤差の重要性

次に考慮する問題は作戦上の爆撃誤差と、訓練及び照準器の使用によるその向上である。爆撃誤差の実際の量は、1943年の3月から10月まで、視認し得る潜水艦に対して目測で行つた昼間攻撃の43枚の写真に対する英国の分析によると司令塔からの平均誤差は前後方向141呎、左右方向71呎である。之等の誤差は司令塔の周囲に平均に分布していない。潜水艦の運動を推定する上の規則的な誤差は明かに無視し得るが、航空機進行方向に沿つての規則的な遠弾があり、その結果MPI（平均弾着点）は遠86呎になつている。左右方向のMPIは司令塔に著しく接近し左13呎である。誤差は攻撃角によつて著しい変化を示しており、下のような結果が測定されている。即ち首尾線攻撃で左右誤差の少ない場合は爆発による水柱がUポートをはつきり写し出さないので満足な写真が殆ど撮れておらず、それがため写真のサンプルは偏向している。従つて第6表に掲げられた左右誤差は稍々大きすぎる。全没後15秒以内の潜水艦に対して行われた攻撃の平均誤差は前後192呎、左右73呎を示しているが、サンプルの数が少ないので信頼できる結果ではない。之等の実測誤差を理論的計算のため仮想した第3表の数値と比較してみると、仮想誤差の方が若干実測誤差より少ないが概ねよく合致している。

第6表 視認し得たUポートに対する実作戦の爆撃誤差

	平均左右誤差(呎)	平均前後誤差(呎)
正横攻撃	75	124
斜め攻撃	75	155
首尾線攻撃	66	139

訓練が爆撃誤差の減小に及ぼした影響については、十分な写真がないため直接判定することはできない。然し連続した訓練の必要なことは1943年5月から12月迄の英国空軍沿岸部隊の実績に表われており、訓練の量による成果の比較は第7表に示されている。

第7表 訓練の攻撃精度に及ぼす影響

攻撃成績	前月中に10回未満の爆撃実習を行つた照準手	前月中に10回以上爆撃実習を行つた照準手
上	51%	65%
中	13%	20%
下	36%	15%

照準器が爆撃精度に及ぼす影響は英国で、MKIII（角速度）照準器の使用実績に表われている。即ち1944年6月中の成果を分析してみると、潜水艦の司令塔に対する平均誤差は前後方向が目測の180呎から130呎に減じ、左右誤差は向上の理由がないのに目測の56呎から33呎に減じている。撃沈

率は35%，撃沈及び損傷率は60%の上昇を示している。之等は極めて少数の実例（攻撃数32回，写真数16枚）から導き出されたものであるから結論とは言えないが，照準器の有望なことを明示しているものである。

12.3.4 多数弾ステイツクの重要性

作戦の実績によると，多数弾のステイツクを投下した場合の有利なことを明示している。例えば1942年7月から1943年7月までの米国の25呎調定航空爆雷の成果は第8表に示す通りである。

第8表 各弾数のステイツクの奏効状況
(米国機，1942年7月-1943年7月)

爆雷数	判定A-Dの百分比
1-3	13%
4	21%
5-12	34%

12.3.5 ロケットによる成果

ロケットによる作戦の成果は豊富でない。米国の行つた大部分のロケット攻撃は他種の攻撃と関連して行つているので，それ等の中から特定の結論を抽出することはできない。然し英国の成果によるとロケットが有効なことを示している。例えば1943年5月乃至12月中にA級Uボートに18回攻撃を行い（内14回は全水上状態であつた）その成果は判定A及びB（撃沈確実又は概ね確実）が33%判定C，D及びE（損傷を与えたもの）がその他に22%であつた。平均射程が理論的論述の場合の400碼に対し600碼，平均弾数が8に対し7.3平均降下角度が20°に対し17°乃至25°であつた点を考慮すれば33%の実際の撃沈率は理論的論述で引用した50%の予想値によく合致している。この33%と云う数値は，前に掲げた英国航空爆雷6発を以つてする視認潜水艦に対する1943年4月乃至10月の成果即ち37%（第5表参照）に匹敵する。それは又同表に掲げた米国防空爆雷6発を以つてする各状態の潜水艦に対する判定A-Dの成果と一致している。故にロケットは航空爆雷に比し同程度の威力を有することは殆ど疑問の余地がないが，前にも指摘した通り，各兵器はその独特の利点を有するものである。

第13章 攻 勢 搜 索

前諸章において船舶及び船団の防禦並びに水上艦艇と航空機による潜水艦攻撃に含まれる諸問題について論じてきた。之等の攻撃は或る程度までは船団護衛行動中発見した潜水艦に対して行われるが、之等の行動のみが発見の全原因ではない。普通、敵潜水部隊に高率の被害を与えるためこれを発見攻撃すると云う特殊の目的のために攻勢作戦を行うこともある。凡ゆる対潜作戦の全体的な目標は潜水艦にその目的を達成させないと云う消極的なものであるが、この目標を達成する方法としては攻勢守勢の両面がある。船団護衛は明かに守勢的であるが一旦護衛艦や護衛機が敵潜水艦を発見すると、之を攻撃撃沈すると云う攻勢がとられる。潜水艦を撃沈することは、それが船団攻撃を行うことを確実に妨げると云う守勢的価値を有するものであるが、それは又、凡ゆる将来の作戦を抹殺すると云う攻勢的価値もある。対潜戦闘の明かに攻勢的な面は潜水艦が直接友軍艦船に脅威を与えていない場合でも、これを捜索し攻撃すると云う形をとるが、凡ゆる潜水艦は皆潜在的脅威であるから攻守の区分は絶対的に厳密なものではない。守勢的方法是、数分乃至は数時間のうちに危険になるような潜水艦を発見し攻撃しようとするのに対し、攻勢的方法是更にずつと後に危険になるようなものを対象とするとも言えよう。

潜水艦に対する攻撃法は、それが攻勢的意図のものでも守勢的意図のものでも同じであるが、捜索に関する方法は作戦の目的によつて異なる。殊に守勢作戦は防禦される船舶のかなり近くで行われるのに対し、攻勢作戦は、最も潜水艦の多い海域に集中される。本章では攻勢捜索実施上考慮すべきことを概説することとする。之には以下の3つの面が含まれる。

1. 1隻以上の潜水艦が作戦していると思われる海域の捜索
2. 或る海域を通過すると思われる潜水艦の通路の迎撃
3. 潜水艦再発見のため前に得ていて一旦消滅した探知の追究

之等の問題は別冊「捜索と護衛」の第3、第7及び第8章において一般事項として扱つてあるが潜水艦の捜索に特別の関係を持つてはいない。之等の諸章においては各種状況における捜索計画法が詳述され、捜索の基礎理論が展開されており、それ等は潜水艦の捜索にも1つの場合として適用できる。従つて以下の論述は或る意味においては「捜索と護衛」の内容を、対潜戦への応用と、対潜戦の実績を示す作戦データとに重点をおいて概観したものと云えよう。

13.1 海域の捜索

潜水艦がある海域に作戦しているとの情報がある場合(註a) それを捜索することは潜水艦の密度と捜索艦艇航空機でカバーできる面積に比例して触接を産み出すことである。「捜索及び護衛」第3章の一般的考察は入手し得た情報が公算密度函数を表わすものと仮定すれば、これを適用し得る。与えられた函数 $\rho(x, y)$ に対しては捜索率と行い得る捜索努力の総量によつて奏効の機会が決定される。有効な捜索を行うためには、捜索艦(機)は数も多くなければならず、捜索率も大でなければならない。

(註a) 情報の精度は、それが捜索しなければならない面積を決定するから、捜索行動の計画決定上極めて重要であるが、各種情報の精度の分析はこの論述の範囲外である。

13.1.1 浮上潜水艦に対する航空搜索

航空機は、その高速と視認水平線が遠距離にあることにより（註り）大きな搜索率を持つ点で優れている。然しそれは普通は目視とレーダー探知のみに限定されているため、水上又はシュノーケル潜航中の潜水艦に対してのみ有効である。（註c） 従つて航空搜索の研究に使われる密度は浮上潜水艦の密度であつて多数の潜水艦がいるが、その全部が全没中の場合は、航空機による搜索は有利ではない。

潜水艦の潜航戦術の影響の例として、掃航率の意味を説明するために沖合で得た効果を使つてみよう。航空機の哨戒は、陸岸から遙か遠距離で実施された場合が極めて有効である。何となれば陸岸附近では潜水艦は警戒が厳重で、潜航している時間の割合が大きいからである。この現象の事例としてモロツコ海域における飛行に基づくデータは興味深い。

研究の対象になる海域は200海里の地帯、即ち陸岸から200海里以内、200乃至400海里、400乃至600海里、及び600乃至800海里に分かれていた。各地帯における実際の航空機による発見数を計上し、又各地帯内における飛行時数、地帯内の全般的Uポート密度及び5海里と仮定した掃航巾から予期発見数を計算してみた処が第1表のような数値が得られた。表中の有効掃航巾と云うのは、予期発見数を実際発見数に等しく置いた場合逆算される掃航巾である。陸岸基地から離れるに従つて有効掃航巾或は実在百分比が増しているのは、多分Uポート側の警戒の地帯によるものであろう。その原因が何れにあるとしても、それは攻勢搜索の場合は陸岸から遠距離の飛行が望ましいことの証拠になる。

第1表 モロツコ海域における対潜哨戒機の潜水艦発見状況

基地からの距離(海里)	0-200	200-400	400-600	600-800	計
予期発見数	83	58	30	20	191
実際発見数	5	5	10	6	26
実在百分比	6	9	33	30	14
有効掃航巾(海里)	0.3	0.6	1.6	1.5	0.7

目視距離以上をレーダーを使つて掃航巾を増加する方法は区域搜索法（Area Search）においてもそれ以外の搜索法においても極めて重要なことである。初期のレーダーは、探知能力が不十分なため夜間又は狭視界時以外は目視距離以上に出なかつたが、新型になると殆ど常時目視距離以上の掃航巾が持てた。旧式レーダーは、主としてUポートが浮上している狭視界時に価値があつた。1942年5月乃至10月中の米国東方海域及び同年10月11月中のトリニダッド海域における陸軍対潜航空部隊の得たデータは第2表に示す如く之を裏書きしている。

第2表 1942年におけるレーダー対目視搜索
（発見に対する時間数）

	目視のみ	レーダー、昼間	レーダー、夜間
5月-10月 東方海域 飛行時数	21,108	4,665	1,125

（註b） 「搜索と護衛」第4章及び第5章参照

（註c） ソノブイや磁気変化探知器（MAD）のような特殊兵器も潜没潜水艦の探知に用いられるが、それ等の搜索率は極めて小さいので後から論ずることとする。

発見数	32	10	7
発見に対する時間数	660	466	161
10月-11月 トリニダッド海域			
飛行時数	1,400	2,400	430
発見数	3	4	9
発見に対する時間数	470	600	50

之等の例で判るように、昼間のレーダー使用は、発見に対する飛行時数をあまり減じていないが夜間の使用は昼間に比し数倍も有効である。この主な原因に対する説明としては、之等の海域ではUボートは昼間潜航し、探知し得る好機は夜間のみであつたからである。

最大掃航率を得るためには哨戒高度も重要な要素である。目視捜索に対してもレーダー捜索に対しても、遠距離の水平線まで見通すためには十分な高度が必要であり、目視捜索においては第2巻(「捜索と護衛」)第4章に説明してあるように、ウエーキの見かけ面積(Apparent Area)も重要である。第3表に示した目視捜索における掃航率においても高度が大になれば有利なことを示している。

第3表 水上航行中の潜水艦に対する
航空機による目視掃航巾

高度(呎)	視界3哩	視界15哩
500	3.0	8
1,000	3.5	10
2,000	3.5	11
5,000	—	12
10,000	—	14

高度をとつた方がよいことを確認させる例として1943年5月中のビスケー湾海域における発見に関する例を掲げると第4表の通りで、予想の通り、2,000呎以上の高度では気象上の視界が狭い時は少ししか利益がないが、視界状況が良好のときは著しく有利なことを示している。

第4表 各種高度における出動回数
100に対する発見回数

哨戒高度	気象上の視界		
	0-4哩	5-12哩	12哩以上
2,000呎未満	6.2	14	22
2,000呎以上	7.9	26	37

然し、ここに高度をとると攻撃の実施に不利ではないかと云う疑問が起る。即ち航空機は低高度攻撃を行うため高度を下げなければならず之がため時には近接を遅らせることがある。

然し第5表に示す全体的成果には此の種の事象は顕れていない。之は多分Uボートの見張が航空機を見張るのに水平線をよく捜す傾向がある

ため高高度の航空機は発見されずに近接し得る利点が若干ある。何れにしても2,000呎以上の高度が有利なことは明かである。

第5表 高度の攻撃効果に及ぼす影響

哨戒高度 (呎)	A級攻撃百分比(1943年6-11月英沿岸部隊)			被害を与えた攻撃の百分比(1942年7-12月米戦略海域)		
	総発見回数	A級回数	A級百分比	総攻撃回数	判定A-D回数	百分比
0-2,000	96	44	46	91	10	11
2,000-4,000	86	34	40	36	3	8
4,000以上	38	18	41	32	3	9

航空機によつて潜水艦行動海面を目視或はレーダー捜索を行う事に関しての疑問は他にも沢山あ

る。之に関する一般的な問題は先づ最良の掃航巾を得て次に第2巻（「搜索と護衛」）第3章及び第7章に従つて浮上潜水艦密度最大の海域の哨戒を始めることである。

シュノーケルの出現により、それに対する目視並びにレーダー掃航巾が浮上Uポートに較べて激減——多くの推定によると $\frac{1}{10}$ から $\frac{1}{100}$ ——したため航空機の搜索力を大巾に減殺した。此の減退は、Uポートに極めて限定された海面のみを行動させるに至り、艦艇航空機によつて搜索を要する海面が大巾に減じたことによつて若干は緩和されるが、その結果はシュノーケル潜水艦に対しては航空機に較べて水上艦艇の重要性が明かに増した。

然し或る程度までは航空機はソノブイによつてソーナー搜索ができる。若し潜水艦がシュノーケルを用いて高速航行をし、そのため騒音を発すると、航空機に監視されたソノブイ群の有効掃航率はソーナーを使用する水上艦艇のそれに匹敵する。

13.1.2 水上艦艇による搜索と潜航潜水艦

水上艦艇の区域搜索力はその掃航巾が小さいために限定されている。目視及びレーダーによる発見距離は、航空機に較べると短かく、艦の速力も遙かに低い。第6表は代表的な航空機と艦艇の掃航率の比較を掲げている。

第6表 各種状況における掃航率
(1時間に対する平方哩)

	浮上潜水艦	潜航潜水艦
航空機		
目視(視界良)	1,250	概ね 0
レーダー —ASG	2,500	概ね 0
磁探(MAD)	25*	15—20*
ソノブイ	200*	15*
水上艦艇		
目 視	概ね 0	概ね 0
レーダー(10種)	100	概ね 0
ソ ー ナ ー	15	15

*試験の結果推定されるが作戦データによる裏付けはない。

水上艦艇による目視搜索は、潜水艦の方が殆ど何時も水上艦艇より先に発見して潜航してしまうので有効ではなく、潜水艦を制圧しておくだけで攻勢搜索には殆ど効果がなかつた。之に反し、狭視界における水上艦艇のレーダー搜索は凡ゆる浮上潜水艦を、それが逆探(Search Receiver)を持つて艦艇が近接するに先たち潜航しない限り、発見できることが予期できる。然し浮上潜水艦に対する水上艦艇の掃航巾は航空機に較べると著しく小さいので、水上艦艇の主要な役割は、航空機では効果の少い潜航潜水艦に対する搜索の実施にある。

第6表によれば航空機が磁探(Magnetic Anomaly Detector=MAD)又はソノブイを使つて潜航潜水艦の掃蕩を行う場合の掃航巾は水上艦艇がソーナーを使用する場合と略々等しい。然しながら、その比較は完全に適正なものではない。第1に航空機による数値は試験の成果に基づくものであつて、作戦データとしての完全な立証をされたものではない。作戦の実績によるとMADとソノブイによる目標判別は極めて困難なることを示している。第2に、それ等は何れも正確な位置を示すものではなく潜水艦の存在を示すに過ぎず、この種の発見によつて有効な攻撃を行うのは困難が多い。

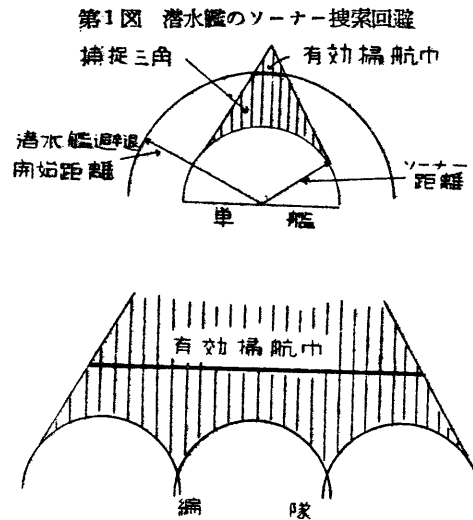
このように区域搜索における水上艦艇の主任務は潜航潜水艦であるが、このような搜索は、水上艦艇の掃航巾が狭いため潜水艦が狭い区域に集結している場合でなければ効果は少い。100 哩平方の区域を5隻の艦艇で搜索するには6日かかるのに対し、航空機1機で同じ広さの中の浮上潜水艦

を捜索するのは4時間しかかからない。従つて水上艦艇を区域捜索に使用して有利な場合はあまり多くない。

短波方位測定機（DF）は、潜水艦が20乃至30哩の巨雑で短波を発信した場合、その方位を測定することができるので、水上艦艇の捜索力を或る程度伸ばすことができる。ドイツUボートが大西洋海戦の最盛期に行つたように潜水艦が頻りに送信を行うと、DFは浮上潜水艦に対するレーダー掃航巾を3乃至4倍に上げることができる。然しDFによる探知は位置を明示する度合いが少く攻撃にもつて行くことには更に困難が多いためレーダーほど価値が多くはない。

従つて基本的には水上艦艇による区域捜索はソーナー捜索である。第二次大戦中にはこのような捜索を行う機会が少く、主として探知の追究と守勢作戦にその能力を発揮したため、入手し得る作戦データは少い。

然し、横陣を作つて捜索すると云う戦術の原則は之を強調しなければならない。之を行う理論的理由は潜水艦は対手が単艦ならば、その近接を探知すると、一方へ変針して高速を用いて避退するチャンスがあるからである。第1図はこのような避退の効果を示したもので「捕捉三角」はソーナー探知圏に切り、 $\sin^{-1} \frac{\text{潜水艦速度}}{\text{捜索艦速度}}$ なる角で描かれた線で包まれて作られる。この線の描き方は潜航近接限度線の描き方に似ているが異なる処は、近接限度線の場合はその内側に入らんとするものであるのに対し、此の場合は出ようとするものである点にある。第1図に見るように横陣捜索は潜水艦が端末附近にある場合以外はこのような避退を不可能にしている。横陣捜索に関する若干の考慮事項については第2巻（「捜索と護衛」）第6章に述べる。



横陣捜索を行う理由は他にも沢山ある。各艦は近いので互いの通信に便であり、僚艦の位置を常時知ることができる。又各艦は夜間でも同じ海域の航空機その他の友軍部隊からの識別に便である上一度目標を探知できたら、攻撃中協同ができるような位置にある。

実際、編隊を組んで攻勢作戦を行うことが殆ど常時重要なことである。若し編隊が平行掃航（又は他の定められた計画による哨戒法）を行うために派遣されたら、どの艦が探知しても直ちに援助が得られ（若し通信が満足に行われれば）そして他の艦全部は要すれば攻撃場面への投入又は探知の追尾に使うことができる。このように、探知が一度なされたら、潜水艦撃沈のチャンスは単艦攻撃の場合に較べると遙かに増大する。この利益の必然の代償として、特定の区域或は時期に、それ以外を除外して多大の捜索力を集中することに因る発見公算の減退が伴う。之等の両者はよく秤にかけて、最良の妥協をとらなければならない。然し多く遭遇する事例のように、捜索海域が割合に大きい場合には、隊を制つてそれをカバーすることは極めて不完全で「捜索過剰」の難点はない。此のような場合には、個艦による捜索区域と重複しないような、なるべく緊密な隊が明かに望まし

い。隊には航空機及び水上艦艇の何れか、又は両方を必要とする。基本的の考え方としては単に、捜索力の分散によつて大きな損失を被ることなしに、得たる探知に対して協同攻撃ができるようにさせることである。

13.2 通路の邀撃

多くの場合、潜水艦がその行動区域へ行く途中に之を邀撃し、危険なものとならない中にそれを攻撃することが有利である。通過の際の潜水艦は動的密度分布（哨戒行動中の静的分布の反対）を構成する。此の比較は第2巻（「捜索と護衛」）第7章に詳述され捜索計画に対する適当な修正が論ぜられている。此の運動の結果、8字型阻止哨戒が最も有効なことが同巻に指摘してある。

此の運動はそれ自体潜水艦の探知を容易にするものではないが、潜水艦の位置に関する推定を哨戒中の潜水艦に対するより正確に行わせることが多い。此のことは潜水艦が哨区へ向う途中比較的狭い地域を通過しなければならないような場合は特に然りである。此のような場合は、他の条件が同じなら潜水艦の密度は哨区におけるよりも通過区域の方が遙かに高く、従つて前者の方が対潜攻勢を行うには後者よりも優れている。

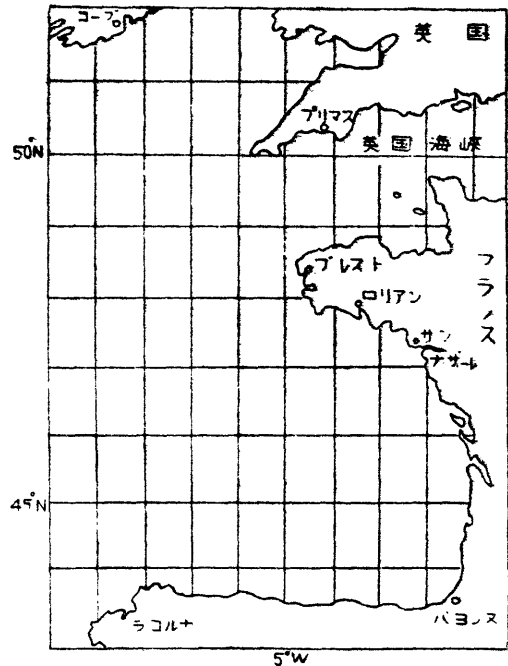
13.2.1 ビスケー湾における攻撃

此の種の立派な通路は、プレスト、ロリアン、サンナザーレ、及びラパリス等のフランス諸港Uポート基地の沖にある、ビスケー湾であつた。之等諸港に出入する全Uポートは湾内で英国基地航空カバーの下を通過しなければならないかつたため、Uポート攻撃の優れた機会が現出された。（第2図参照）

湾内における攻勢の可能性の分析は1942年暮に行われた。（註d）がその論証の中の顕著なものをここに論述しよう。基本的の考え方はUポートは湾を通過する際相当の時間を浮上しなければならず、従つて昼夜間を通じて有効な捜索ができる「均齊のとれた」部隊ならばUポートの大きな部分を邀撃し、大損害を与え得るであろうと云うにあつた。（シュノーケルは之からずつと後になつて初めて現れた。）Uポート

は長時間潜航戦術をとつて、水上航走時間を著しく削減し得たが、低速のため湾の通過には長い日数を要し、而も、全航程を潜航通過することはできなかつた。Uポートが通過しなければならない航空哨戒巾を300浬と仮定した場合の潜航による損益が第7表に示してあるが、このように最長

第2図 ビスケー湾



（註d）英国沿岸部隊オペレーションリサーチ課報告第204号，1942年12月10日附「通過中のUポートに対する航空攻撃」参照

時間潜航を行つた場合でも、Uボートは湾の通過に13時間を水上航行しなければならない。

第7表 ビスケー湾通過中の浮上時間

水上航行時間の割合 (%)	水上航行速度(節)	潜航中の速度(節)	平均速度(節)	全所要時間	水上航行時間
100	10	—	10	30	30
50	10	4.5	7.2	42	21
20	10	2.8	4.2	71	14
10	10	1.5	2.4	125	13
100	17	—	17	18	18

若し月間通過数を τ で表わせば、区域内の浮上航走中のUボートの平均数は(1ヶ月は約720時間であるから)

$$N_0 = \frac{13}{720} \tau \quad (1)$$

予期発見数は

$$N = Qh \frac{N_0}{A} \quad (2)$$

但し Q = 航空機による掃航率

h = 月間飛行時数

A = 区域の広さ

通過する各Uボートを1回宛発見するためには、 $N = \tau$ なることを要し、(1)式(2)式から所要の飛行時数が算出される。

$$N = \tau = \frac{Qh}{A} \frac{13}{720} \tau$$

$$h = \frac{720}{13} \frac{A}{Q} = 55 \frac{A}{Q} \quad (3)$$

対象としている海域は約300 哩平方であるから所要飛行時数は第8表に示される

第8表 各通過Uボートを発見するに要する飛行時数

探知装置	掃航率(平方哩/時)	月間所要飛行時数
米波レーダー	800	6,000
極波レーダー	2,800	1,800

月間所要飛行時数から直ちに所要機数が出てくる。長距離機は通常月間約50時間飛行できるからビスケー湾を通過する各Uボートを1回宛、極波レーダーを使つて発見するには約40機が必要である。(実際のビスケー湾海までの往復所要時間を加えてもこの数値は大きくは変らない。)

実際の作戦の成果を之等予想の数値と比較すると極めて興味深い。状況は刻々と変化するので第9表に示したデータは戦況に応じて3つの期間に区分し、更に月毎に分つてある。第3期の終には通過数は激減し、Uボートの活動は再び元の水準にまでは遂に達しなかつた。

第9表 ビスケー湾攻勢の成果

月	平均哨戒飛行時数	Uボート通過数	Uボート発見数	発見百分比
第1期				
1942年6月	2,600	50	26	52
7月	3,750	65	20	31
8月	3,200	80	37	46
9月	<u>4,100</u>	<u>90</u>	<u>39</u>	<u>43</u>
平均	3,400	71	30	43
第2期				
1942年10月	4,100	95	18	19
11月	4,600	140	19	14
12月	3,400	130	14	11
1943年1月	<u>3,130</u>	<u>105</u>	<u>10</u>	<u>10</u>
平均	3,800	117	15	13
第3期				
1943年2月	4,400	100	32	32
3月	4,600	135	42	31
4月	4,200	115	52	45
5月	5,350	120	98	81
6月	5,900	57	60	105
7月	<u>8,700</u>	<u>78</u>	<u>81</u>	<u>104</u>
平均	5,500	101	61	60

第1期は探照灯と米波レーダーを持つた Wellington 機による夜間飛行が含まれ、このような装備を持つた機は10機に過ぎなかつたが通過数の約半数が発見できた。月間飛行時数は第8表の米波による数値の半数より少し上であつたのでこの成果は予想から余り遠くない。事実上、予期発見数40に対し作戦成果は30でかなり近い値である。

然し、それに続く数ヶ月間は通過数の発見割合は著しく低下し10%に迄下つた。之は或る程度は冬季の飛行と云う天候上の障害に基づくものであるが、大きな理由はUボート側で米波レーダーに対する逆探を採用したことによることは疑を容れない。この発達によりUボートは夜間、かなり安全に水上航行ができ、使用し得る航空機数では之に匹敵する兵力とはなり得なかつた。(それ以上の論述に関しては第14参照)

1943年春になると探照灯を持つた Wellington 機は輝波レーダーを装備し、その結果第3期の成果は之に應ずる如く向上して、6月7月になると通過数に対する発見数は100%に達し、飛行時数においては前期の2倍にしかならないのに、発見率は10倍となつた。若し全部の機が輝波レーダーを装備していたなら、100%発見に必要な月間飛行時数1,800と実際は遙かに越えていたから第8表により、もつと高い発見率が期待できたわけであるが、実際にはそうは行かなくて、平均掃航率は米波レーダー使用の場合と大差ない結果になつた。米波の基準で行くと100%の発見率を得るためには月間飛行時数6,000が必要であり、之は実測値とよく一致している。即ち平均月間飛行時数5,500に対して発見率60%であつて夏季の最良の月に100%のピークに達している。

従つてビスケー湾作戦においては最良の期間には予想通りの成果をあげているが、Uボートは機敏に弱点を捜してはそれを攻勢に利用した。故に極めて有利な期間は永續きはしなかつたが、ビスケー湾作戦の航空哨戒は他の地域に較べると極めて恵まれていた。何故ならば1隻発見のために必要とする飛行時数は500を越えたことは殆どなかつたのに、他の地域では数千時間を要したことが少くなかつたからである。

13.2.2 通過潜水艦邀撃の価値

通過するUボートに対する各種攻撃法を最終的に評価するには、使用兵力をそれ以外の使用法をとつた場合と比較しなければならない。考え得るそれ以外の使用法も或る種の攻勢哨戒である場合には、主な判定基準は別冊「搜索と護衛」第3章に示されているように潜水艦の密度、或は更に敵密に言えば浮上潜水艦の密度である。攻勢哨戒は或る意味から言えば潜水艦の密度が最も大きい海面に対して行わなければならない。故に例えば或る海域の天候状況のため搜索兵器の能力がよしか發揮できない場合には、その海域の潜水艦密度が他の海域の3倍以上でなければ其処で攻勢をとるのは有利でない。

攻勢作戦と守勢作戦との比較を行う場合は、他にも多くの要素を考慮しなければならない。対潜作戦の効力を測定する普通の客観的の基準は沈没から守り得る船舶数である。守勢作戦では守り得る船舶数が直接の効果であるのに対して攻勢作戦では船舶は作戦潜水艦の数を減じ、潜水艦乗員の士気と練度とを低下させることにより間接的に守られる。後者の効果を数的に算定することは極めて困難である。Uボートは通常月間沈没数が他のより安全な場所に較べて10%以上多い場所からは撤収するのが常であつたが、被撃沈率の高い場所では商船撃沈率が低いことが多かつたのでUボートは士気の結果からではなくて、もつと有利な場所を捜すために撤退したようである。然し1943年に大損害を被つた直後には、損失のためにUボート部隊の兵力が著しく減殺されたのでもないのに攻勢を欠いた期間があり、士気と練度との低下が之に関係あつたことは疑う余地がない。

之から行わんとする比較の方法を説明するため、敵が100隻の潜水艦を有し、その半分が出勤し得るものとする。敵は月間5隻を建造し得るが、我も水上艦艇によつてそれと同じ数だけ（即ち出勤数の10%）撃沈して平衡を保つものとする。今40機の航空機を与えられたとしたら之を攻勢に使用して（1）式乃至（3）式によつて通過潜水艦を発見すべきか、それとも守勢に使用して第10章のデータに従つて保護に任すべきか何れをとるべきであろうか？

両方の場合の航空機によつて沈没を免れ得る船舶の数を決めなければならないが、先づ攻勢作戦においては下のようにして算出し得る。

攻勢作戦の直接の効果は月間撃沈潜水艦数の増加である。之は結局において新しい平衡が保たれるまで作戦潜水艦の数を減少させ、その時には月間沈没潜水艦数が建造数と等しくなる敵が使用し得る潜水艦数を N とし、 T を潜水艦の行動月数とすれば、

$$N = \text{行動中の潜水艦数}$$

$$\frac{N}{T} = \text{月間通過数}$$

水上艦艇の能力は月間行動中の潜水艦の10%を撃沈し得るものとし、又第12章から得たデータによ

り、航空機の発見潜水艦数の10%は攻撃により撃沈し得るものとすれば、之等の数値を通過潜水艦を邀撃する航空機の能力と組合わせれば、平衡状態においては

$$0.10 \times \frac{N}{2} + \frac{0.10N}{T} = \text{月間建造潜水艦数} = 5$$

$$\text{故に } N = \frac{100T}{2+T} \quad (4)$$

Uボートの通常の行動期間は2ヶ月であるから之をTに代入すると、N=50を得る。即ち航空機による攻勢を行わない場合の半数に過ぎないから、航空機の攻勢使用によつて商船の損失に半分に減ずることが予期できる。

此の数値を脅威を受けている船団を護衛する場合の直接守勢価値と比較すると、第10章に引用した実績(第7表)から1日4回航空機が出動すると1日の平均損失が65%だけ減ずることが判る。若し航空機に、この程度の船団護衛ができるなら、攻勢に用いるより遙かに有利である。何故ならば65%と云う数値は守勢的価値のみを示すものであつて、航空機が船団護衛中に行うべき対潜攻撃を考慮を計算に入れていないからである。船団護衛のために要求される飛行時数は過大なものではなく、前に研究された期間の実例について見ても、脅威を受けたような船団運航日は月間約20日であつたから80回の出動が要望されたわけであるのに対し月間200回の出撃が予期できた。然し或る脅威を受けた船団の如きは直ちに航空機で護衛できないような位置にあることもあるので、護衛の完全性の予想は天候、船団航路の基地よりの巨離、その他の要素に基いて立てられなければならない。実際北大西洋においては船団は脅威を受けた時でも1日の半分以下しか航空護衛を受けなかつた。若し此の種の制限を受けなければならないとすると、損失の減小率は30%以下に低下し、潜水艦の通過に対する航空機の攻勢使用時よりもはや優れているとは言えないことは明かである。実際問題として、発見(月間約15)による攻撃の廣した成果は、船舶の被害を30%乃至50%減小した程度であつた。

然しこのような比較は厳密には正しくない。それは平衡状態について行われたが、このような状態には仲々直ぐにはならないからである。若しNを時間の函数とすれば(4)式は次のように置換えられる。

$$\frac{-dN}{dt} = 0.10 \times \frac{N}{2} + 0.10 \frac{N}{T} - 5 \quad (5)$$

$$= \left(0.05 + \frac{0.10}{T}\right)N - 5$$

$$N = N_0 e^{-\left(0.05 + \frac{0.10}{T}\right)t} + \frac{5}{0.05 + \frac{0.10}{T}} \quad (6)$$

$$= N_0 e^{-\left(0.05 - \frac{0.10}{T}\right)t} + N_{eq}$$

ここに N_{eq} は平衡状態における潜水艦数である。前にとり上げた場合において $T=2$ ヶ月とすれば潜水艦数は第3図に示す通りになる。

このように攻勢作戦の価値は戦争の予想期間によつて変化し、図の上方の曲線は戦争の期間の函数として表わした作戦潜水艦数の減小状況を示している。若し戦争が30ヶ月以上続くものと予想さ

れるならば、攻勢作戦は平衡状態に近い効果を示して、その場合作戦潜水艦はその寿命を約40%方減少する。(従つて艦及び乗員の経験もそれに依つて減少する。)他方、若し戦争が6ヶ月しか続かない場合は、作戦潜水艦数は10%しか減少しない。

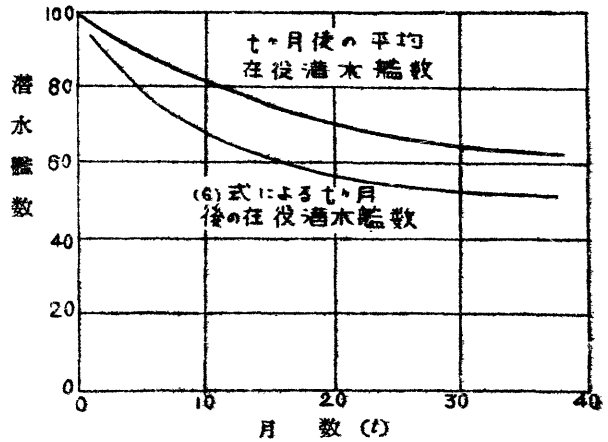
攻勢方式と守勢方式との比較は第4図に明示されている。縦座標は護衛航空機によるUボート攻撃を勘定に入れない場合の船舶被害の減少数に比例してとつてある。航空機を対潜攻勢に使つた際の価値と船団護衛に使つた際の完全性を比較検討する場合は戦争の長さを計算に入れなければならないことが以上から明らかである。更に一般的結論を下すことはできず、その時に得られる戦略戦術情勢によつて個別に決定しなければならないことが明かである。

13.3 探知の追究

攻勢作戦における最も重要な点は発見した場合、そのできるだけ多くを攻撃撃沈に至らせるように試みることである。発見の方法によつては、直ちに攻撃に移ることが極めて困難なことが多い。(代表的な例としては商船又は作戦状態でない航空機による発見等である。)対潜攻撃が行われたが探知が消滅し、攻撃を続行するためには再探知を行わなければならない場合もあろう。之等の場合潜水艦を再発見するため追究捜索(Follow-up Search)を行うことが極めて有利である。

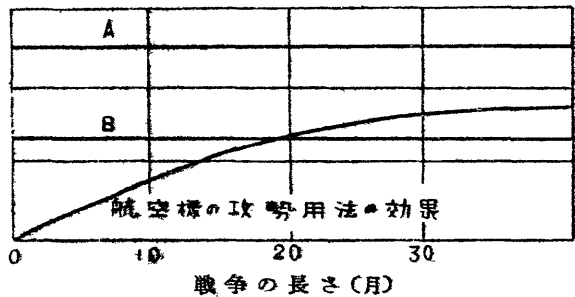
探知の追究は、探知消滅直後の小時間は潜水艦潜在面は小さいため対潜部隊が使用することは有利である。この潜在面においては公算密度は高く従つて捜索に有利な区域である。例えば、潜水艦の位置が $t=0$ なる時機には明確に判つていて、その後見失つたものとし、水上航行も自由にできるものとする。その速力は20節を越えないことは確かであるから、潜水艦が20% 溷圈内にあることは確実である。この潜水艦の公算密度は第5図に示す通りで、同図は潜水艦が20% 圏内の何処にも一様に存在し得ると云う仮定即ち

第3図 対潜戦の遂行による潜水艦の減少状況

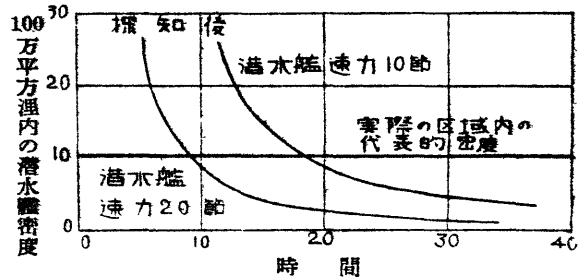


第4図 航空機の各種用法による船舶被害防止状況

- A. 脅威船団全部に対する守勢的護衛効果
- B. 脅威船団の一部に対する守勢的護衛効果



第5図 潜水艦探知後の公算密度第(7)式より計算したもの



$$p = \frac{1}{\pi(20t)^2} \quad (7)$$

比較のために引いた水平線は大西洋戦中の実際の活動海域におけるUボートの代表的平均密度を示している。結論として此の場合探知後10乃至20時間は探知を追究する方が一般的な区域哨戒よりも有利なことを示している。若し全体的潜水艦密度が増した場合は追究探知は比較的有利でなくなるが、密度の低い海域では各探知を十分に追究することが重要である。

第5図は潜水艦速力10及び20節に対して描かれているから、之は浮上潜水艦に適用される。若し潜水艦が水上艦艇又は航空機のため制圧されている場合はその速力は著しく低く、在来型の艦では通常2乃至3節に過ぎないから、局地の潜水艦密度は第5図に示したよりも長い期間、高い率を存している。従つて潜航潜水艦のソーナー捜索においては日施区域捜索よりも前に行つた探知を追究した方が遙かに有効であつて、潜水艦密度が特に高い海域においてのみ水上艦艇の区域捜索の方が有利である。一般に水上艦艇による主要攻勢は前に行つた探知を追究することであるから、それに適した計画と戦術とが最も重要である。

従つて航空機と水上艦艇を主要捜索者とした場合、2つの異つた戦術場面が考え得る。掃討が航空機のみで行われる場合は、その目標は水面に姿を顕わそうとする潜水艦を再発見することである。然るに水上艦艇がいる場合は潜水艦は普通潜航した儘である。(潜水艦が水上高速で脱出しないようにするためできる限り航空機との協同掃討を行わなければならない。)潜水艦の速力が低い限りは水上艦艇のソーナー捜索は再探知を得る機会が多い。2つの問題の中では水上艦艇による捜索の方が簡単なので、此の方から先に論述しよう。

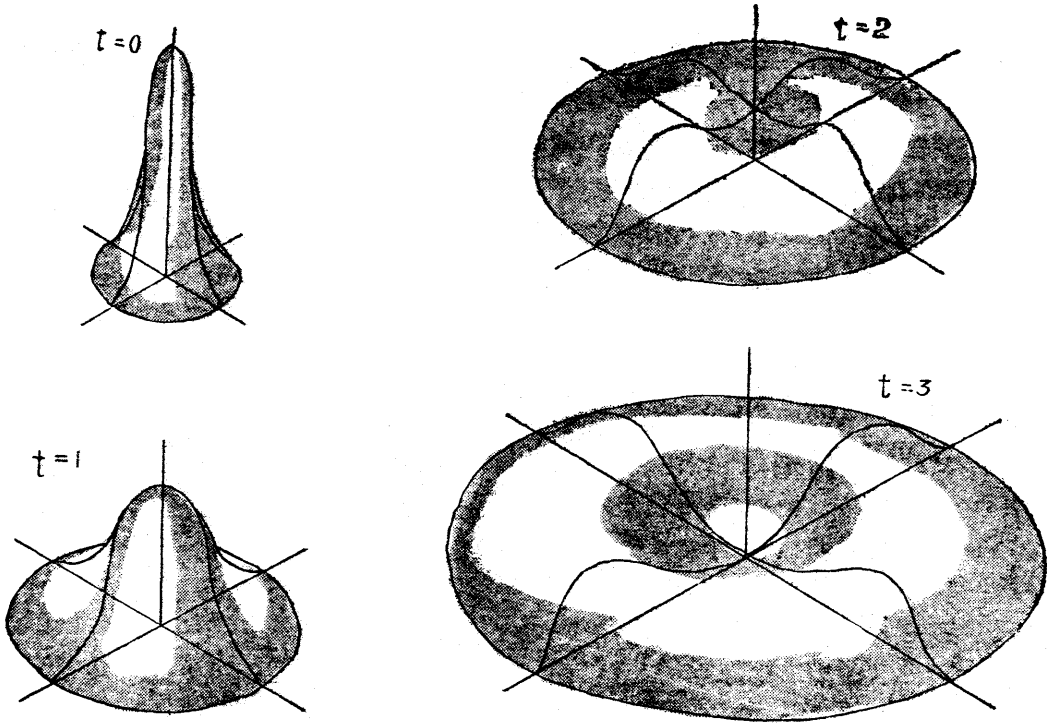
水上艦艇によるこのような追究捜索の実際計画上2つの問題が先づ出て来る。その第1は捜索は実施が簡単であつて、必要以上の回頭や隊形の変換があつてはならないことである。艦は他に特に理由がない限り横陣を制り回頭及び運動を標準化して行動中の混乱を防止しなければならない。更に計画は別冊「捜索と護衛」第3章の法則に従つて潜水艦の潜在公算の大きい区域を捜索するものでなければならない。計画作製上の第2としては、公算密度分布を時間の函数として推定しなければならない。最初の探知直後においては分布は高いピークを示し、散布は探知位置の報告誤差に基づくもののみであるが、時間が経つに従つて潜水艦は最初の探知位置から漸次遠方に移動し、最初の位置から若干の巨離に存在するであろう。密度の代表的の例は第6図に示す通りで、それ以上の論述は「捜索と護衛」第1章に譲る。

此のような分布の拡大に基づいて捜索計画を立てれば普通第7図のような一般形態をとる。此のような計画の各種のものは現在の準則に示されている。(註e)

然し水上艦艇の追究戦術の効力に関する一般概念を得るには、第6図のような公算函数の詳細な分析にまで立ち入る必要はなく、考慮すべき要素の重要性を示すには以下のような分析法の方が寧ろ適当である。簡単化の根本は第6図に示された表面を円筒形で表わす、即ち潜水艦は最初の位置から或る半径以内に居る可能性は一様であり、その半径内に居ることが判つているものとするなら

(註e) 諸計画はFTP223Aに示されている。此のような計画の組立てられている数学的基礎は「捜索と護衛」第3章第7章に出ている。

第6図 時間の変化による潜水艦存在公算（ t 時間後）



ばその半径は

$$r = \sqrt{a^2 + v^2 t^2}$$

但し a = 最初の位置の不確か性

v = 潜水艦の速力

t = 最初の探知からの時間

探知を行い得る公算の増加量を次のように表わし得るものとする。

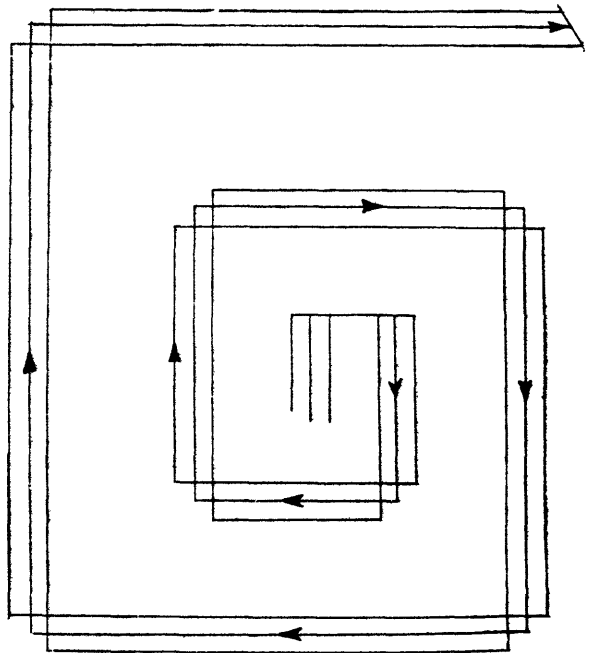
$$dp = \frac{Qdt}{\pi(a^2 + v^2 t^2)} (1-p)$$

この仮定は搜索はアトランダムに行われることを意味するが、実際の搜索計画にも近似的に使用できる。（「搜索と護衛」第3章参照）故に

$$p = 1 - \text{常数} \times e^{-\frac{Q}{\pi av} \tan^{-1}(vt/a)} \quad (8)$$

(8) 式における積分常数は搜索開始の場合には $p=0$ であると云う条件から決定されるこの時を t_1 で表わせば

第7図 水上艦艇によるソーナー搜索法の例



$$p = 1 - e^{-(Q/\pi av)[\tan^{-1}(vt/a) - \tan^{-1}(vt_1/a)]} \quad (9)$$

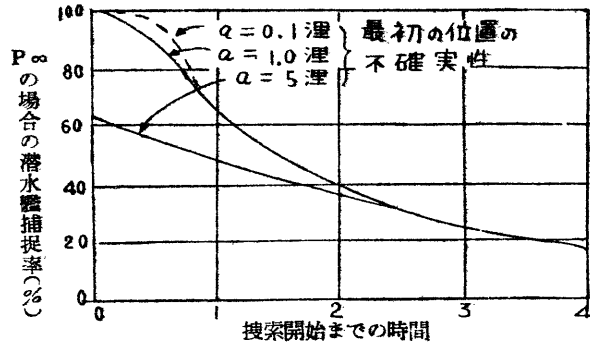
探索を行うときは普通それ以上搜索しても得る処がなくなるまで行ふ。即ち $p(t)$ が $p(\infty)$ に近付いてきて極限においては一致する。故に $t = \infty$ として公算を表わせば

$$p(\infty) = 1 - e^{-(Q/\pi av)[(\pi/2) - \tan^{-1}(vt_1/a)]} \quad (10)$$

(10)式に基づいて曲線を描くと第8図のようになる。此の場合、掃航率は毎時30平方哩、潜水艦速力3節としてある。探知を正確に行ふことと、搜索を直ちに始めることが効果を発揚するのに必要なことである。

攻撃の実施に続いての探知消滅後之を再探知するための追究掃討の成果に対する作戦データがあるから、之を今迄述べてきた理論的の予想と比較してみよう。潜水艦が存在すると信ぜられていた場合の成果は第10表の通りで平均2隻が搜索に従事している。

第8図 捕捉公算
(掃航率 毎時 30平方哩)
(潜水艦速力, 3節)



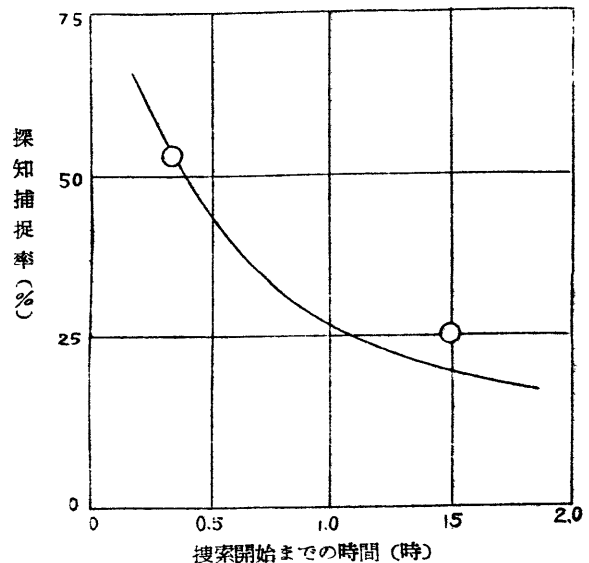
第10表 Uボートに対する再探知のための搜索成績

件数	探知消滅から搜索開始までの平均時間	捕捉成績(%)
19	22分	53
12	90分	25

之等の数値を図示すると第9図のようになり、計算による曲線が作戦上による成果によく一致していることがわかる。此の曲線は潜水艦速力3節、最初の探知誤差1哩、掃航率毎時10平方哩の場合について描かれたものであり、はじめの2つの仮定は戦術状況から見て妥当なものである。問題は、前に攻撃した潜水艦を再探知しようとするのであるから、1哩を越える位置誤差は生じないであろう。然し、1隻の搜索艦につき掃航率毎時5平方哩は少なすぎる。「搜索と護衛」第6章には平均ソーナー掃航巾は1800碼と推定してあるから之は毎時約10乃至12平方哩の掃航巾に相当する。この事には種々の説明がなし得る。即ち

第9図 水上艦艇の掃討による潜水艦探知率

○印は再探知の作戦データによるもの
○実線は $Q =$ 毎時10平方哩, $a = 1$ 哩
 $V = 3$ 節により (10) 式から計算したもの



- (1) 此の場合 Uボートは特に注意深く、海水比重層効果その他探知回避の手段を用いたと思われること。
- (2) ウェーキ、爆雷の爆発その他によつて捜索が一層困難になつたこと。
- (3) 潜水艦は極めて近距離では毎回探知捕捉されると云う今迄の推定が甚しく樂觀に過ぎたこと

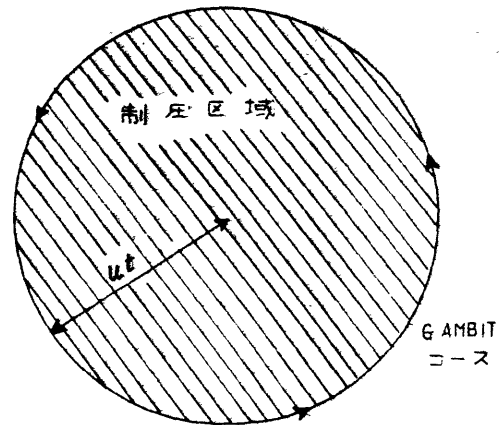
等である。然し、理論的の予想と作戦の実績との間に調和しないような差異は認められない。

航空機による追究掃討は大別して2つになる。その1つは MAD 又はソノブイによつて潜航潜水艦を探知せんとするものであり、いま1つは潜水艦が浮上してきた場合目視又は、レーダーによつて発見せんとするものである。水上艦艇による掃討の場合も、潜水艦の行動は概ね同じであるから運動上特別の制限がない限り、第1の型が普通用いられる。成功のチャンスを掴むためには捜索は最初の探知消滅後なるべく速かに始めなければならず、最初の探知位置の精度は高くなければならぬ。此の型の追究は根本的に新しいものがあるわけではないから、詳細な論述は此処には行なわぬ。

然し航空機が目視又はレーダーによる探知に依存する場合は、捜索計画は潜航潜水艦は発見できないと云う認識の下に立てなければならぬ。之が対策として2つの方法の何れか、即ち、潜水艦潜在可能区域全域に亘つて、その電池力又は乗員耐久力が消耗し尽くすまで之を浮上させないことを

目途とする制圧掃討 (Hold-down Hunt) 或は航空機が潜水艦を再浮上させることに努めて再探知する Gambit 法の何れかが考え得る。この後者の対策は浮上潜水艦の存在公算の大きいに集中するような捜索を計画することに相当し実際には Gambit 法は、最後の探知位置を中心とし、潜水艦が再浮上して航空機の哨戒を逃れんと試みるような巨離迄外方に延ばした方形捜索を意味するのが普通である。他方制圧掃討は潜水艦潜在可能区域全体を短い間隔でカバーしなければならない。之には第10図に見る如く、実際に行い得るより遙かに多くの努力を要するものである。

第10図 制圧掃討の比較



制 圧

1. 潜水艦を常時制圧するためには毎時3回、 $\pi(ut)^2$ なる区域をカバーしなければならない。
2. 航空機速力 = V 掃航巾 = w とすれば t 時間にはその区域の中に $3\pi(ut)^2/wV$ だけの航空機数を必要とする。
3. $u=3$ 節, $w=10$ 哩, $V=125$ 節, $U_s=15$ 節とすれば1時間から36時間目までには次の飛行時数を

Gambit

1. 航空機は潜水艦が水上で逃れるのを妨げることのできる回数だけ $2\pi ut$ なる長さの円周を飛行しなければならない。
2. 航空機速力 = V, 掃航巾 = w, 潜水艦水上速力 = U_s とすれば t 時間には $(U_s/w)(2\pi ut/V)$ の飛行を必要とする。

必要とする。

1050時間

150時間

Gambitの方が制圧よりも所要飛行時数が少いのは明かで、特に制圧を本当に行おうとすれば優に36時間以上を必要とするから此の点は益々明かになってくる。実際上掃討が潜水艦に浮上の機会を与えないような真の制圧と言ひ得る程度に行われたことは極めて稀であつて、実作戦では厳密な区別をつけることは困難である。

作戦の実績は、1回の潜水艦探知に要する飛行時数について言えば、制圧掃討飛行における探知が他の如何なるやり方よりも有利であると言う理論的の予想を確認するのが常である。第11表は、1942年8月から1943年1月に至る迄のトリニダッド海域における此の種の方法のデータを示し、掃討飛行が他の方法に較べて3乃至4倍有利であることを示している。

第11表 トリニダッド海域における任務別の探知所要飛行時数

	全飛行時数			1回探知に対する平均飛行時数		
	船団護衛	日施哨戒	掃討	船団護衛	日施哨戒	掃討
1942年8月	714	1,514	134	714	116	45
9月	1,085	3,405	486	362	227	97
10月	489	3,852	701	163	241	88
11月	925	3,221	584	—	403	584
12月	638	3,171	620	319	3,171	124
1943年1月	1,038	3,668	486	519	1,834	234
計	4,889	18,831	3,011	444	342	125

追究戦術の種々の型の効力を比較決定するために、少数の航空機による掃討を詳細に研究した。各種の例の数が少ないため結果に大きな信頼をおくことはできないが、それ等は所期の確認となつてゐるのは興味が深い。1943年3月15日から10月20日までの間に米国戦略海域に起つた18例についての結果を第12表に示す。

第12表 航空機による掃討の成果
(1943年、米国戦略海域の例)

全掃討数	18
再探知を得た掃討数	11
掃討成功率(%)	61
平均掃討間隔(時)	59
再探知の総回数	22
掃討に対する再探知率(%)	122
再探知の平均間隔(時)	14.6

之等の掃討の効力は、その61%までが潜水艦に対する再探知によつて功を奏した事実によつて示されている。平均して潜水艦は之等の場合約2回再探知されている。此の解明に関する更に詳細な解明を第13図に示す。

第13表 掃討の種類による成果の比較

	Gambit法	改良消耗法	消耗法
掃討回数	12	2	4
奏効回数	9	1	1
奏効率(%)	75	50	25
掃討区域内の平均飛行時数	75	230	300
1回の掃討に対する再探知数	1.33	2.50	0.25
区域内で1回再探知に要した飛行時数	58	114	1,186

此の表は Gambit 法の効力が他の型に比較して大であることを示しており、奏効率と1回の掃討に対する平均再探知数の項で優れている。又同法は行われた飛行時数において他の型よりも著しく少いので、再探知に要した飛行時数は明かに有利であつたことを示している。

追究掃討の一般的重要性に関連して、いま1つの注意が大切である。それはこのような掃討は、潜水艦の公算密度の大きい小区域で行われるために有利な結果を示していることである。効果を最大に発揮するためには正しい位置を掴み、所要の搜索計画を遂行できるような正確な航法が必要である。更に掃討は、その初期の段階が最も有利であるから、掃討兵力がなるべく早く潜水艦の位置に到達できるため、通信力が優秀でなければならない。協同追究掃討が効を奏するためには、之等分野の各面に高度の練度を必要とする。

第14章 敵の逆探に関連する搜索

レーダーの使用

14.1 序 言

レーダーはドイツのUボート使用を挫折するために使用された多くの兵器の中の1つに過ぎないが、それは危険な時機に重要な役割を果たした。Uボートの高級司令部は搜索レーダーの威力に対する予想を誤つたので、連合国が之を使用したことはUボートにとって重大な結果をもたらした。レーダー戦に関する施策と対抗策とは、敵の措る手段に対する迅速確実な判定が如何に重要であるかを示す興味深い実例である。第二次大戦中の諸事象の中で施策と対抗策に関するものは別冊「オペレーションズ・リサーチ」に述べてあるが、それを概観すると、敵の対抗策の作戦上の効果の判定が最も重要なことが判る。対抗策が理論的には優れた能力を持つていても、それが対抗の対象となつた兵器を破棄すると言う極端な戦術をとるに至らせるほど、充分な範囲に大きな作戦上の威力を以つて使用されることは稀である。通常対抗策の対策を迅速に（但し過早にならないように）実施すると、元の兵器の威力は大巾に回復されるものである。此の事はUボート戦の後半に起つたレーダー逆探（Search Receiver）の競争において特に明瞭に現われている。

以下論ずる処はドイツの逆探と、その威力を滅殺するためにとられた対策の発達に特に注意を払い、更にシュノーケルと連合国の搜索レーダーの対抗策としてのレーダー偽瞞との重要性を考慮して行こう。その他にも比較的重要性の少いドイツのレーダー対抗策があつたが、それについて簡単に述べておこう。

1. 潜 航

潜水艦は潜航によつてレーダーの探知を避け得ることは明かで、第二次大戦の最終段階においてドイツは危険な海域ではできる限り潜航している方針をとつた。然し前諸章に指摘したように運動性と攻撃能力の喪失は極めて重大な影響を及ぼし、シュノーケルのない普通の型のUボートでは長時間潜航戦術を以つてしては有効な作戦ができなくなつた。このような戦術は潜水艦側の観点よりすると、極めて不満足な最後の手段と考えられた。（註a）

2. 対空警戒レーダー

此の型のレーダー（Hohentwiel）は発達してかなりの数のUボートに装備されたが、充分に使用されず、効果は顕著でなかつた。それには2つの理由即ち、勢力が低くて到達距離が短いことと連合国の逆探に対する恐怖とがあつた。一般にUボートの波長の長い勢力の低いレーダーの航空機に対する有効距離は浮上しているUボートに対する連合国のマイクロウェーブの空対艦（ASV）レーダーのそれよりも短かつた。之はUボート艦長連の、聴知させて方位測定される可能性のある

（註a）終戦時ドイツの水中高速艦（XXI型10-15節、予定されたXXVI型15-25節）は作戦状態に近づいていた。之等は潜航しても有効な作戦ができるように設計され、シュノーケルを使つて潜航してレーダー探知を逃れ、而も水中高速のために攻撃力を有していた。旧型Uボートに対する作戦から導き出された結論は之等新型艦には全く適用できなかつたであろう。然しそれ等の発達はドイツが他の型では完全潜航作戦に不十分なことが判つた証拠である。

凡ゆる勢力の発射に対する根本的の反対の風潮からレーダーに対する信頼の欠如を助長した。彼等は連合国側の逆探の危険性を、それが作戦上重要性を発揮するような数が揃う迄前から確信しており、それがためUボートのレーダーの使用を無価値にしていた。此の事実はその後のドイツ人の陳述により立証されたが、逆探を装備した探索機から得た情報に基いてもつと早くから予想されていた。之等の機はUボートが作戦していることが判っている海域に派遣されたが否定的な報告の連続のためUボート装備のレーダーを重用している兆候のないことが判つた。かくするうち実験所における発展と、方向性逆探の小規模の生産によつてUボートレーダーの復活が予測された。潜水艦レーダーは、適当な航空機用の適当な逆探で対抗されたら、助けとなるよりは寧ろハンデイキャップになる可能性があつた。(註り)

3. レーダー阻

色々の種類のレーダー阻や偽目標が、連合国のレーダー捜索兵力の注意を潜水艦から外らすことを企図して使用された。金属繊維で覆つた気球(RDB)や円材浮標上に両極を並べたもの(Thetis)の配列が、特にビスケー湾で使用された。之等も十分に使用されると、捜索の時間と労力の重大な浪費になり、少くとも1回、米国水上艦艇が阻目標を調査中雷撃されたことがあつた。然し一般に阻は連合国のASVレーダー捜索を著しく混乱させるには至らなかつた。その理由は主として、レーダー目標として探知されるには小さすぎたからであつた。更にレーダー員が目標の動きを綿密に観察すると、静止している棒ブイや、風に流れる気球と其の目標とを識別するのに役立つ。

ドイツが連合国捜索レーダーに対して行つた最も有意義な対抗策は2つある。その第1は阻止レーシーバー(逆探)の発達であり、第2はシュノーケル及び関連したレーダーの偽装であつて、之等について以下述べよう。

14.2 ドイツ逆探の問題

潜水艦にとつては有効なレーダー阻止レーシーバー(Intercept Receiver)は捜索用レーダーに対する特に満足すべき対抗策であつた。敵レーダーから十分な強さの電波を受けると潜水艦は潜航して完全に隠れることができる。阻止レーシーバーが敵レーダーをアウトレンジし得る限り(原則的には可能なわけである)防禦は完全にできるが、実際には完全な防禦は殆どできなかつた。「(捜索と護衛)第5章参照」此の種の対抗策の効力を正確に判定する問題の事例としてUボート戦において行われたレーダー対逆探の競争の各段階を述べることは価値あることである。

14.2.1 米波レーダー、ドイツのMetox 逆探のために無効となる。

(註り) 米国潜水艦乗員も或る程度対空警戒レーダーに対する疑をドイツ人と同じように抱いており、多くの個々の事象から、日本はSDレーダーの発射を逃つて追究してくるのであろうと確信し、多くの艦でSDレーダーの発射を中止した。然し統計資料の示す処によると下表から推定できるように、1944年12月頃までは有効にレーダーの発射を迎えることは実施されなかつたことを示している。

	1.00日間の航空機探知回数 (ルソン海峡)		潜水艦を探知した航空機の 百分比(各海峡)	
	昼間	夜間	昼間	夜間
SDを使わない艦	84	23	12	10
SDを使った艦	86	24	9	8

HP『海軍砲術学校』公開史料

1941年の夏に既に、ASVレーダーを使わない航空機の方が使っている機よりUボートをよく発見するので、UボートはASVの発信を探知しているのだと言われた。此の証拠を得るため、英国沿岸航空部隊で実験が行われ、ブレスト沖を行動する航空機に対し、短期間隔週のレーダー封止を行った。その成果は第1表の通りで、同じ飛行時間に対する発見数はレーダーを使用した航空機の方が多かったためASVの使用に関する不利な証拠は得られなかった。

第1表 レーダーの有無と発見状況 (1941年9月 ビスケー湾)

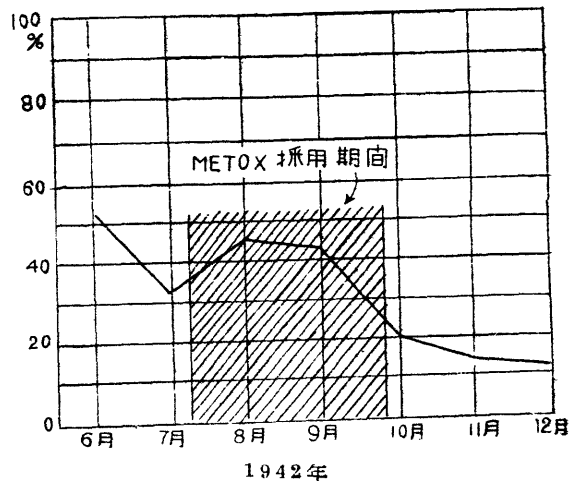
	レーダーなし	レーダーあり
海域の飛行時数	528	541
発見数、視認	3	5½
レーダー	—	2½
計	3	8

その後の情報によるとこの結論の正しいことが判つた。即ち第二次大戦の最初から、ドイツは、米波ASVレーダーの出現の可能性を熟知して独自の航空機搜索装置を発達させていたが、連合国がUボート搜索のためレーダーを使用していると云う結論に達して、レーダーの発射を探知する(搜索)レーザー(逆探)の発達を促進したのは1942年夏になつてからであつた。Uボートに初めて装備されたのは130種以上の波長限度を有したR-600或はMetoxと称されたもので、充分な感度を持つと考えられたヘトログイン型式であり、自身でも勢力を発射する特質があつたので遂に廃棄された。然しそれは明かに成功を収め、その採用並びに使用状況は極めて興味深いものがある。

ドイツの逆探の発達はビスケー湾における対Uボート攻勢の推移に深い関連がある。1942年6月探照灯装備のWellington機による夜間攻撃と、それに伴うUボート攻撃回数の上昇によつてドイツは或る種の手段をとらざるを得なくなり、その結果Metox搜索レーザー(GSR)が現れたその英国のMKIIレーダーに対する作戦効果は著しく、ビスケー湾通過の際の被発見数は激減した。第1図は1942年夏以後Metoxの採用により、飛行時数は殆ど変わらないのに通過Uボートの発見比率が明かに低下した状況を示している。

第1図に示された期間内にもビスケー湾以外ではレーダーによる搜索の威力は大で、トリニダッド海域及びカリブ海域の成果がその例を示している。之等のデータは、第2表に示す如く、以前の沿岸航空部隊の例のようにUボートによる逆探が効果を現わしている証拠は殆ど見られなかった。

第1図 ビスケー湾において通過中発見されたUボートの比率



第2表 レーダーの有無による発見状況

(1942年8月—43年1月, トリニダッド海域)

月	飛行時数		発見		毎時の有効搜索率(平方海里)	
	レーダーなし	レーダーあり	レーダーなし	レーダーあり	レーダーなし	レーダーあり
8	1,511	851	11	6	526	507
9	3,326	1,650	8	15	93	351
10	1,878	3,164	6	21	120	248
11	1,016	3,714	0	9	0	149
12	3,229	1,200	6	2	106	95
1	3,648	1,544	4	2	97	114
計	14,608	12,123	35	55	127	241

之に対して2つの結論が考えられる。それはトリニダッド海域では逆探の効果はビスケー湾より低かつたのか、或はビスケー湾における違いは Metox によるのではなくて、その他の原因例えば気候の違いによるかの何れかである。実状は、実際の利益よりも Metox による心理的利益の方が大きかつたようである。1942年夏には探照灯装備の Wellington 機の使用によつて、その機数は未だ少なく、昼間の浮上はなお危険が大きかつたにも拘わらず、夜間浮上の方針を棄てさせた Metox の出現によつて U ボートは安全な夜間浮上に戻つたわけである。他方トリニダッド海域では一般的に警戒が嚴重になつた以外には U ボート戦術に大きな変化はなかつた。

若し此の最後の説明が正しいとすれば、Metox は或る意味では 1942年末にはビスケー湾における成果に変化を及ぼしたと言える。然しながら、それがために Metox が極めて有効な搜索レーンバーであつたと結論づけるのは安全でない。原因と影響に関連した実際の機構はもつと精巧なものであつた。明らかな Metox の成功に対する説明がどんなものであつても、それは短命であつた。そのわけは連合国は間もなく S 帯(10種波)レーダーを採用はじめ、航空機による搜索威力は以前より遙かに高くなつたからである。

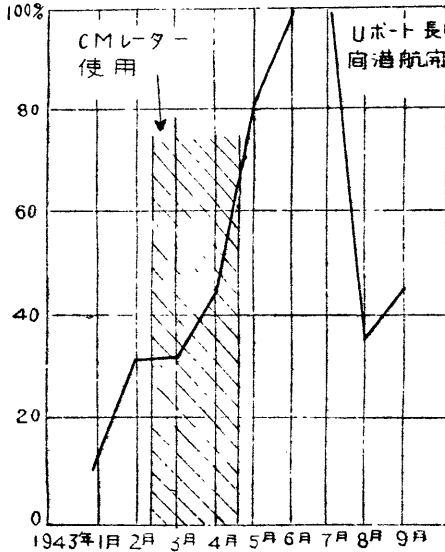
14.2.2 ドイツ S 帯レーダーに妨げらる。

かくするうちに連合国は、マグネトロン発振管に基づく航空機用 S 帯レーダーを發達させ 1943年初期米国名 SCR-717 及び ASG, 英国名 MKIII 型として作戦任務に用いられた。此の新周波数帯は Metox による探知からは逃れられるのみならず U ボートに対する有効巨離も増した。(註c) 此の型の作戦上の効果は顕著で、春季の好天候と日中の時間が長くなるため普通現われる季節的の航空機能力の躍進にも影響されて、S 帯レーダーは 1943年夏の航空機成果のピークに大きな関係があつたのである。

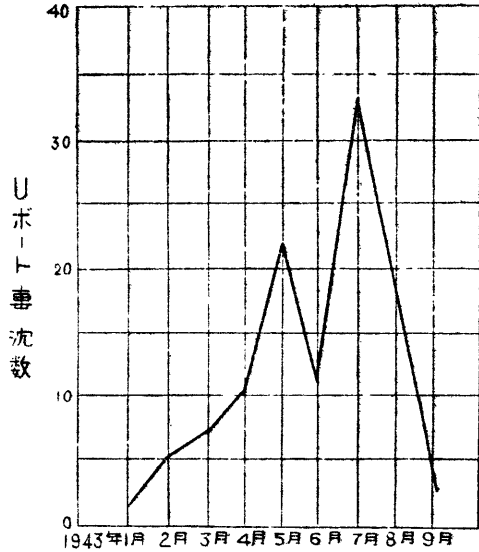
当時における対 U ボート航空戦の成果は第2図及び第3図に示す通りである。第2図はビスケー湾を通過する U ボート発見に関するデータを表わし、春季の急昇が顕著に示されている。第3図は航空攻撃による U ボート撃沈の月間成果を示し、やはり、その季節に上昇していることが認められる。S 帯レーダーは航空機の威力を増した唯一の原因だとは決して言えないが、大きな影響を及ぼしていたことは疑う余地がない。その他の大きな要素としては洋心攻勢作戦に護衛空母機を採用し

(註c) レーダー巨離に関しては「搜索及び護衛」第5章参照

第2図 ビスケー湾通過Uボート発見率



第3図 航空機による月間Uボート撃沈数



たことであつた。

此の連合国航空機の威力の急昇に対して、ドイツは連合国が新しい探知装置を採用したことを確信し、それを見究めて対策を立てるために躍起になつた。一時はドイツ自身が赤外線の研究していたので、これを赤外線探知機であるとの観念に支配され、赤外線の反射を防ぐ特殊塗料の実験を行った。彼等は又周波数走査レーダー (Frequency-scanning Radar) の可能なことを考え、ブラウン管に表示されるスキヤングレシバーを研究した。之は操作員には有利であつたが、依然として米波のみに対するものであり、Uボートの沈没は続いた。

死物狂いになつた彼等はその GSR の発振が航空機を呼寄せると云う結論に飛躍した。そこで Metox は無効とされ、Wanz G-1 が採用された。之は改良された装置で発振は遙かに少なかつたが大部分の U ボート艦長の心の中に披まつていた発振に対する病的な恐怖のため容易にそれを信用しなかつた。沈没がなお続いたことと、技術上の利点に対する懐疑とのため、大巾に使用されるに至らなかつた。

次いでドイツ科学者は全く発振しない感度の低い水晶探知機へと転向して、Borkum を造つた。之は7 纏から 300 纏に至る周波数帯を捕捉できる広周波数帯レシーバーであつたが、之も Wanz と同様連合国の新型レーダーには有効でなかつた。

遂に1943年9月に至つて U ボート司令部は10 纏波レーダーが使用されていることを知つた。所謂「ロツテルダム装置」即ち10 纏波を使う英国の H₂S レーダーが1943年3月、ロツテルダムにおいてドイツ空軍に完全な形で捕獲され、ドイツ科学者は直ちにその特性を測定した。この3月から9月に至る6ヶ月の後れが何故起つたかの説明は不明であり、その期間が U ボート戦で極めて有意義な時間的要素となつた。1944年4月真の有効な S 帯波逆探が作戦に使用される迄には更に6ヶ月掛つた。此の期間中におけるドイツ技術陣の躍起の実験は、U-406 がその作戦哨戒に当時の GSR の最高権威者 Greven 博士とそのスタッフ及び実験装置の完全な一揃いを伴つていつたことにもうかがえる。この U-406 は沈没し、その他の実験哨戒もその寿命は短かつた。

第2図第3図に見られる1943年夏の終りにおける連合軍航空哨戒の成果の低下はGSRの発達によるものは少く、Uボートが超保守的の長時間潜航方針をとり、航空攻撃に曝露する機会が殆どなくなつたからに過ぎない。ビスケー湾通過に当つてはUボートは、英国からは到達し難いスペイン海岸寄りに潜航し、できるだけ短時間しか浮上しなかつた。此のような戦術ではUボートの能力も低下したが航空機の攻撃からは一息つくことができた。

14.2.3 Naxos 捜索レーダー S帯を捕捉す

此の混乱の末遂に8-12極帯を捕捉するNaxos逆探が現れた1943年末に採用された。最初の型は棒の先端に附した携帯用の粗末なもので、水上状態では司令塔から持出して使つた。水晶式を使い、広周波数帯用であり、小型無指向性アンテナを使うため有効巨離は短く、捕虜の言に依れば推定有効巨離は8乃至10浬であつた。

Naxosに対する連合軍の諜報は1943年12月、既にS帯レーダーが無効になる虞のあることを報じた。之より先(1942年11月)ドイツが10極捜索レーダーを考え出す遙か前に「探知消滅」が起ると多くの人に対抗策ができたのではないかと心配させた。此のニュースとUボート発見率の減少とは連合軍のASRを使用する搭乗員の士気に重大な影響を及ぼした。レーダーは、若しつけておけばもつと多くの発見ができたろうに数ヶ航空戦隊では完全に撤去された。GSRがレーダーをアウトレンジすると云う想像(間違つた想像であつた)に基づいてレーダーの用途を回復するため種々の戦術の改正が行われた。その一部は下のようである。

1. 近接行動中における目標のサーチライト走査、扇形走査、走査間隔の変更等のレーダー操作が禁止された。此のような捜索法の変更を行うとGSR操作員にレーダー探知がなされたことに気付かせ、Uボートが避退行動をとるかである。(UボートはGSRに感があると直ちに潜航するとは考えられていなかつた。)
2. Vixenのような減衰装置によつて巨離が接近するに従つて発振勢力を徐々に漸減してGSR操作員を混乱させる。Vixenをうまく使うためには15浬以上の巨離で発見することを必要とし、直ちに発動を要したが此の巨離は各種の状況におけるレーダーの平均有効巨離より遙かに大きかつたので使用し得る場合は半分以下であつた。生産は遅く、装備は更に後れたので、Vixenはその発達のために費された努力を償うような作戦上の機会に恵まれなかつた。
3. 仮定戦術として、巨離が近づいた場合レーダービームを目標の上方に外らして受信感度を弱める「ビーム外らし」(Tilt-beam)近接法が提唱されたが、之を有効に行うためには操縦員とレーダー員との間に異常の技術と連絡とを必要とし、その真価を発揮しなかつた。
4. 殆ど死物狂いの戦術として360°走査レーダーにおいて、発振を後方に向け推測航法によつて近接する方法が提唱されたが、目標にレーダーを指向して近接する場合に較べて目標との出会の成功率が少なく、有望なものではなかつた。

此の面に対する連合軍の一部の考えに内在した重大な誤りは、Naxos GSRの能力と効率の過大評価に基づいていた。此のような捜索レーダーは完全にS帯レーダーの能力を無為に帰するものと考えられたが、それは本当でないことが判つた。第3表に示したデータは1943年10月から1944年1月までビスケー湾(GSRの使用によつて最も影響が大きかつたと思われた海域)における夜間

飛行の成績である。

第3表 夜間飛行におけるS帯レーダーの成果

(1943年10月—44年1月, ビスケー湾)

航空機及レーダーの種類	前数ヶ月の成果に基づく 予期発見数	視認発見数	Uボートの所為による と思われる探知消滅数
Wellington, British MKIII	62	15	23
Halifax, British MKIII	32	18	15
Liberator, ASG サーチライト	30	12	14
Liberator, ASG サーチライトせず	25	1*	13
計	149	46	65

*此の成績不良は経験不足によるものと思われる。

若し予期発見数と実際発見数の差が GSR のみによるものと考えらるならば、結論として U ボートの 25% は普通ならば探知さるべきものが探知を免れ、44% がレーダーでは探知されたが、視認される以前に潜航し、残り 31% が GSR があつたに拘わらず視認されたことになる。従つて精々 69% が減少したと云う結論になる。他の海域も含めた昼夜間の全体平均をとると、減小率は遙かに少なく 25乃至50%位である。之に対し S 帯レーダー捜索の掃航率は多くの場合目視の数倍であるから、レーダーの使用は依然緊要であつた。

故にレーダーに対する信頼を回復し作戦に続いて使うための努力がなされた。S 帯レーダーの使用は続行され、ドイツのその逆探の能力に対する自信は大きくなく、又その使用を堅持しようとしてもいないことが逐次判明した。その後は連合国レーダーを無効にさせるため次第にシュノーケルの使用に傾いて行つた。

14.2.4 X 帯レーダーと Tunis GSR

S 帯捜索レーダーが、原則的には極めて有効となつたので、更に周波数の大きいレーダーが、Naxos に対抗する次の段階となつたのは明かである。X 帯(3 極)装置の研究と指定は Naxos の出現に先だつて行われておつたが、その表わした問題によつて更に刺戟されていた。然しドイツはその間仮眠していたわけではなかつた。1944年1月ヘルリン上空で H₂X 無照準爆撃機1機が撃墜され破損した残骸からドイツは新しい周波数帯を学びとつた。この周波数は ASV レーダーにも使われていることが推定され、X 帯に対する逆探の研究は連合国の U ボート捜索用のレーダーが大きな成果を収める前に始められていた。即ち Tunis として知られたよく設計のできた逆探の研究が進められ之は X 帯に対する Mucke と S 帯に対する Cuba Ia (Fliege) 両極、並びにパラボラ反射装置の2種類のアンテナから成つていて 1944年春から装備が始められた。装備はノルウェー及びドイツ本国基地への撤退後の休止期間中に完了したようであるが、Tunis の作戦上の使用は、それ以後シュノーケルに大きな信頼が置かれた為、大巾には行われなかつた。

Tunis の主な特徴は感度と有効巨離の大きい方向性アンテナで、全周に指向するため手動で毎分 2 回の割合で旋回した。捕獲した見本を連合国で試験した処によると能力は良好で巨離は高度 100 呎の航空機に対する 15 哩から 1000 呎以上に対する 40 哩に及んだ。作戦場面での使用に際しては幾分短縮したことは勿論であるが、Tunis は明かに有効な捜索レーダーであつた。

Tunis に対抗するため連合国で提唱された顕著な戦術はレーダーの断続使用法である。狭いビームのレーダーで1分乃至2分の間隔で2-3回走査すると、目標にビームが指向されるのは極めて短時間となる。GSRの掃射ビームは時々航空機に指向されるだけであり、GSRが探知するためには航空機の出すビームとGSRのビームとが一致しなければならなかつたから、その公算は極めて小さかつたわけである。此の過程に関する論述は別冊「搜索と護衛」第5章に行われている。それは重要な意義を持つ程に迄は使われなかつたので、此処には之以上の論述は行わない。

14.3 シュノーケルと偽瞞装置の使用

Uボート司令部は逆探はレーダー探知を逃れる満足すべき方法ではないとして、戦争末期には更に徹底的な方法へと転向した。シュノーケルは1943年後期から研究され1944年初頭からUボートに装備され始めた。シュノーケルをディーゼルの給排気に使えるので、Uボートは極めて小さなシュノーケル頭部を水面に出すだけで露頂深度航行ができ、而もそれ迄は浮上して行わなければならなかつた充電と換気を行うことができた。1944年春以降はUボートは専らシュノーケルか電気推進を用いて殆ど浮上しなくなつた。

最初の頃のシュノーケルは単に形状が小さいためにレーダー反射を減ずるのみであつたが、その結果平均発見巨離は浮上潜水艦に対する場合の1/3に減じた。更に反射が極めて小さいことが多いので探知できる前に海面反射区域に入つてしまい、それがために発見できるべきシュノーケル探知をミスしたことも少くなかつた。このようにシュノーケルは偽瞞装置を使わないでも、レーダーで探知し難い目標であつたが、ドイツはこの状態だけでは満足せず、レーダーの反射を更に減ずるためにシュノーケル頭部用の無反射被覆を研究した。幸いこの偽瞞装置は終戦数ヶ月前から実戦に用いられたに過ぎなかつた。

14.3.1 シュノーケルに対するレーダー探知

シュノーケルに対するレーダーの能力を判定するために模型目標を使つて数多くの試験が行われた。ここにはその要約を掲げんとするものではなく、代表的なもののみを第4表に掲げる。数値の示す処によると浮上潜水艦に較べて探知巨離も信頼性も著しく減つていることが判る。之に使われたレーダーと海上の状態によつて異なるが、シュノーケルの概位が判つていて探知が実際より遙かに容易な場合でも掃航率の減小率は75乃至90%に及んだ。

第4表 シュノーケルに対する探知成績 (ASWDU試験)

	レーダー型式	
	AN/APS-15	A S G
浮上潜水艦に対する平均探知巨離 (哩)	32	19
シュノーケル	10.5	4.1
シュノーケルを探知できた航行の百分比 (%)		
海上模様 1 及び 2	82	67
3 及び 4	55	32

実戦における成果は更に劣つていた。1944年11月から45年3月まで英国諸島近海の1000平方哩に約0.25隻のUボートが潜在する海面について分析を行つた処によると、シュノーケル使用時間を主とした場合、その海面で行われた19,360飛行時間に対する予期発見数は次のようになる。

発見数 = 掃航区域 × シュノーケル存在密度

$$= 19,360 \times Q \times \frac{4 \times 0.25}{1,000}$$

$$= 1.2Q$$

夜間における発見数と、一旦探知した目標の消滅した回数は16であつたから

$$Q = \frac{16}{1.2} = 13 \text{ 平方浬/毎時}$$

従つて掃航巾は約 $\frac{1}{10}$ 浬即ち浮上Uボートの約1%に過ぎない。故に実戦的にはシュノーケルはレーダー探知を逃れる極めて有効な手段であつた。目視による発見が可能な昼間にはそのレーダー探知からの逃避は、それ程大でなく、掃航巾は0.6浬と推定された。

14.3.2 シュノーケル対抗策

シュノーケルの対抗策として多くの手段が用いられたが、その主なものは次の通りであつた。

1. レーダーの掃航巾の減小にマツチさせるための戦則の改正で（「搜索と護衛」参照）全体的規模のものではなかつたが、各搜索計画について分析が必要であつた。例えば航空機のレーダー巨離の短くなつた分は或る程度潜水艦の速力の減退で補われた。
2. 海面反射弁別回路等のような探知力を増進するレーダーの改善
3. 小目標の識別を良好にするための大勢力、狭ビーム、短パルスの新型レーダーの研究

然し之等は決して問題を解決したわけではなく、シュノーケルは依然探知し難い目標であつた。対潜戦の大局から観ると、水上艦艇はシュノーケル戦闘において極めて重要な役割を果たした。シュノーケル潜水艦は速力と運動力が乏しいため比較的局限された海面と重要海域に作戦する必要を生じたが、此のような条件の下では水上艦艇による搜索と反撃は効果を取めるチャンスが多かつた。第13章で述べたようにシュノーケル探知用としてのソノブイも有望であつた。

14.3.3 ドイツの偽瞞装置の発達

レーダーに対する一般的偽瞞の問題はドイツにおいて1943年6月以来深く研究されていたがシュノーケルに吸収被覆を施す決定が行われたのは1944年末であつて、その時全Uボートに対しマイクロウェーブ防禦を行う計画が作られて実施に移され、1945年3月末迄に100乃至150隻が実際にシュノーケル被覆を行つたものと推定された。

被覆物質には Jaumann と Wesch の2種類が用いられた。JAumann は半伝導性の紙を間隔を置いて濃縮した層より成つており、Wesch は鉄粉を多量に含んだゴム布からできていた。

Jaumannの方が効果が大きく、信頼性あるドイツの報告によれば、それを被覆したシュノーケルは被覆しないものに比し、探知巨離が僅か15%しかないと言われている。然しその欠点の1つは平面及び円筒面にしか作り得ないことであつた。Wesch は大して効果がなかつた。

故にシュノーケルに此のような吸収被覆を行うと事実上10種（及び3種波）レーダーに対して安全になると結論づけることができる。ドイツは低周波レーダーの可能性に関心を持つていたが、このようなレーダーがシュノーケルのような小目標に対して有効かどうかは疑わしい。然し吸収物質が発達して全マイクロウェーブ帯に対して有効になるまでは種々の周波数のレーダーを用いること

も或る程度之等吸収物質の能力に対抗することができたであろう。

14.4 結 論

此の戦術及びその他における施策と対抗策の連続は、大体においてUボートがレーダー装備航空機の威力發揮を許容したことを示している。その結果としてUボートは運動力と攻撃潜在力を大巾に失つたが、航空機によるレーダー搜索に対しては著しく安全になつた。此の情況はドイツ側はよく認識しており、その水中速力と能力を増した新型Uボートの大規模な研究と採用は之等の限界を克服せんとする試みであつた。将来の潜水艦は多分、殆ど全面的に潜航（又はシュノーケルを使用）して作戦しなければならないであろうが、それ等が第二次大戦中の潜水艦が得たような成果を収めるかどうかは推理的な分析を多分に含む問題であつて本論の範囲外である。然し新しい技術的研究を以つてすればそれは確かに可能なことであろう。

第15章 ドイツ聴音魚雷対策

15.1 序 言

第二次大戦の最後の20ヶ月間、ドイツUボートは聴音魚雷を実戦に使ったがそれを使用し始めたのは1943年9月であつた。その一般的の作動は、普通の方法即ち縦舵機によつて衝突針路で射出され、船舶の推進器等の騒音を聴き得る巨離に入ると之を聴いてその音源へと向首し、命中するまでそれを続ける。魚雷は高い命中率を得るためには単に聴音巨離に入りさえすればよく、実際それは普通の「直進魚雷」に較べて標的面が大きく、且つ曲りこんでいるわけである。船舶の騒音（魚雷の聴知し得る周波数帯）が大きければ大きい程向首巨離が長く従つて兵器の威力は大きい。

15.1.1 対抗策の種類

このような魚雷の数種の対抗策の中で最も簡単なものは速力を減ずることで、之は船舶の騒音は速力の上昇に伴つて急増する事実に基づいたものである。7節の場合は15節の場合に較べて極めて静かなため魚雷の向首巨離は約 $\frac{1}{3}$ に減じ、有効標的巾も之に応じて減小する。然し減速することは他種の魚雷に対する脆弱性を激増する。それ以外に推進器音を静かにさせる方法、例えばそれを気泡で蔽う方法は当時の実験では精々向首巨離を半減する程度であつた。

減速は、採用に當つて何等の新しい要具を必要としないから戦術的な対抗策の例である。之に反し物質的な対抗策は特別の装備を必要とするものである。目標になる船が魚雷の発射された時刻と場所とに関する充分な警報装置を持ち、且つ魚雷の向首巨離があまり大きくないときは、いま1つの代表的な戦術的対抗策がある。即ち船を魚雷の向首巨離以内に入れないような大回避を行うことで、之は対潜艦艇が潜水艦攻撃のため近接しようとする時に使われて「横跳び法」(Step-aside)と呼ばれる。之は遠巨離で探知ができ、而も船がソーナー探知巨離に入るとを著しく妨げる場合にだけ使われる。

第3の戦術的対抗策は魚雷より大きな速力を出す方法であるが、之は多くの船に適用するわけには行かない。魚雷は自分より高速の目標に向首すると後方に振り落される。その聴音感度は自己の騒音によつて限定され、自己の騒音は雷速が大きくなるに従つて激増する。(註a) 之がため雷速と向首巨離との間には或る程度の妥協が必要になり、そのため聴音魚雷は直進魚雷に較べて雷速が低いのが普通である。ドイツ聴音魚雷を振り落すに必要な船の速力は初めは20節と考えられ、後に25節に上げられたが、最終的の情報によれば結局20節が適当であることが判つた。然し雷速30節の改良型ができたと云う噂が絶えず之等の数値を脅かした。

上述の数種の戦術的対抗策の外に数種の物質的対抗策がある。之等の多くは発音機(NM)であつて形状は小さいが、魚雷に聴知される周波数の強さは船舶のもの数倍も大きい。NMは魚雷の最初の近接をその方に惹寄せ船舶に向首するのを妨げるような場所に置かなければならない。1943年末迄には護衛艦は1ヶ乃至2ヶの発音機を艦尾200碼に曳航する装備がなされ爾後終戦迄に用いら

(註a) 魚雷自体、特にその推進器によつて発生する騒音は聴音機構に入る基礎騒音の主体をなす。之を自己騒音と云ふ。

れた対抗策の標準装備となつた。

若し魚雷にうまく対抗する証拠が挙つたら、此のような対抗策の評価は極めて簡単になり、乗員の士気は大いに昂揚したであろう。魚雷が船舶に到達する前に之を爆発させる数種の装置が研究され、その中には防雷網、回転障害物、爆発吹流し、電線を通して生ずる磁場等があり、NMの曳航と併用すると、最も簡単で而も有効であつた。然しそれ等は脆弱で、取扱が難しく、効果が不確実な上、船の運動を著しく阻害したため遂に實用されなかつた。

NMの曳航だけでも対潜艦艇の攻勢を著しく妨げた。曳索は艦の運動を限定し、発音機はゾナーを妨害し、潜水艦の聴音機に早くから警報を与えた。之等の欠点を克服するため艦から発射し、又は艦尾から投下する消耗用発音機が考えられた。1945年に、敵の水測兵器から米国潜水艦を隠蔽するための発音機が造られ、魚雷対抗策としての実用性が試験されたが、魚雷を発射される危険がある間は少くとも90秒毎にNMを発射しなければならないことが判り、此のような消耗は潜水艦が近接していることが判明している場合でなければ実施不能であつた。聴音魚雷に対する終局の対抗策は、発射魚雷に対して充分の余裕を以つて警報を与えて消耗用NMを有効に利用し得るかどうかを調べられるような探知器と結合したものでなければならないことは永い間考えられてきた処であるが、此のような探知器は未だできていない。

15.1.2 これ以上の論述の範囲

本章の大部分は第二次大戦中主用された対抗策であつた曳航NMの評価に関することを扱う。此のような対抗策の効力は魚雷の作動方式によつて変るものであるから、論述に当つては魚雷の性能に関する情報の変化に対する評価を年代順に扱うことにする。

実戦上のデータから集められた最も重要な資料も含まれているが、そのデータは艦船に命中した魚雷のみがとられている場合が多いので悲劇的なものである。更に、どの魚雷が聴音で管制されていたかを決定することは困難なのでデータの解明を不確実にして置いている。之等の困難は連合国の発音機の実戦上の効力に関するこれ迄以上の資料を提供しているドイツ海軍省の記録を分析することによつて克服されることが望ましい。(訳者註 本書は1948年の刊行であるためドイツ側の調査は充分でない点がある。)

消耗用NMは実戦に使用されるに至らなかつたのでこれ以上論述しないが、将来使用される可能性については留意すべきである。

戦術的対抗策の詳細な評価も省略する。現在では高速の使用のみが唯一の有効な戦術的対抗策と考えられているが、その使用機会は極めて少い。

15.2 曳航発音機の発達

15.2.1 ドイツの聴音魚雷の採用

1943年初頭の情報によればドイツは聴音魚雷を生産に移し、試験はその前年の夏に成功したことが判明した。従つて連合国の回種の魚雷の研究の線に沿つて行われてきた対抗策の研究に大きな重点が注がれ間もなく序言に述べたような種々の可能性が考えられた。

優れた曳航NMは既に聴音機雷掃海用に使われていた。此の装置は互に接近して取付けられた2本の鋼製棒よりなり、その軸を含む平面に直角の方向に曳かれると、その間を流れる水が棒を互に

打ち当らせ、それによつて 1kc 以上の凡ゆる周波数を實際の船より大きな電力で発生するものである。(注 b) 英米両国共此の型の発音機を改良して適当な速度(少くとも 10 節)で曳航でき而も数時間の発音寿命を持つようにする努力を続け、此の平行棒型は両国海軍で広く用いられるに至つた。

1943年5月、英国の得た情報によるとドイツ魚雷の向首速度は 20 節、最小旋回半径は約 100 碼、向首巨離は約 1000 碼であることが判つた。又情報によると魚雷は前方聴音式 (Forward-listning) 即ち聴音装置は自己の推進器音の影響を避けるため、魚雷の後方から近接する音響に対しては感度を極めて低くしてあつたと云われた。

此の情報から英国は NM は艦尾 200 碼に曳航し、互に約 100 碼離さなければならぬと云う結論に達した。後に示す如く魚雷はその旋回中の或る時機に発音機に後方から追付き、之を追越して船の方に向首し易かつた。前方聴音式魚雷では NM を後方の低感度帯に置いて船の音響を聴いて追付くため、1 個の NM では此の時機に脱退される危険が大きかつた。然し若し魚雷が 1 個の NM を後方にやり放しても別の NM がその聴音ビーム内にあつたら此の 2 番目の NM が魚雷を処理し得ることを期待できる。此のような防禦を行う最も簡単な方法は 2 個の発音機を横に並べて曳航し、魚雷が船に向首した時は何時も 1 個の NM が魚雷の進行方向から左右 110° 以内に在るように横巨離を保たせることであつた。横巨離を保たせるため英国では、分離機を研究し舵によつてその下に曳航した NM に船のウエーキから所要の巨離をとらせた。その平行棒型発音機は船よりも 20db 多い発音力を有し 12 節で 25 時間の寿命を持つていた。之等の NM 2 個、分離機 2 個及び曳索より成る発音装置の一式に対し Foxer の名が与えられた。

米国においては 1943 年 7 月に Fxr と称する平行棒型発音機が生産に移つた。船とその 500 呎後方に曳航される Fxr の聴音魚雷に及ぼす影響に関する理論上の予備研究が行われたが、魚雷は全周に対し一様に聴音力を持つと云う仮定がなされ、その結果 1 個の NM で魚雷がそれに到達したら、之を処理することができ、唯一の危険な場合は魚雷が船の正艙から発射され、Fxr に向進する間に船に出会するか又はその極く近くを通る場合のみであるとの結論が下された。(注 c)

同年夏、捕虜の情報(後になつて之は嘘であることが判つた)によると聴音機は魚雷の側方についていると言われ、之が全周聴音理論に証拠を与え、発音機は 1 個でもよいと信じさせるに至つた。(注 d)

捕虜の言によると又、魚雷は船団を瓦解させるため、先づ護衛艦に対して発射すると言われた。此の可能性は連合軍には起らなかつた、と言うのは護衛艦は主要目標になつたことはなく(注 e) 又魚雷の自己騒音を 20 節位の速度まで出し得るように減ずることはできそうにないと考えられたか

(註 b) 聴音魚雷は低周波音に対しては感度にできなかつた。何故ならば魚雷に取付け得るような小型の聴音機では低周波音にまで鋭敏な方向性を判別させることは不可能であつたからである。

(註 c) 此の種の軌跡については 15.2.2 において論述する。

(註 d) ドイツ聴音魚雷に関する初期の情報多くは捕虜の訊問から得られたものである。不幸にして彼等は普通その実際の作動については何も知らなかつたので、その機構や用法は、たまたま語つた観察の断片から作動を推定することが必要であつた。

(註 e) 1942 年 1 月から 1943 年 8 月までの間に 1541 隻の商船が U ボートに撃沈されたのに対し、軍艦の撃沈は 39 隻しかなかつた。

である。然しながら護衛艦は理論上は聴音魚雷の最適の目標と考えられるに至つた。その速力、運動力、型の小さいこと、Uボートを抑えつけて極めて小さな方位角しか現わさないようになる頻度等何れも護衛艦を普通魚雷にとつては極めて命中し難い目標にしたけれども、ホーミング魚雷にあつては之等の欠点は何れも除去されて、高速になる程騒音が大きく、従つて標的面が大となり、又正射発射も魚雷ビームを導くため好まれたらしかつた。

従つて平行棒型NMを高速に向くようにするための努力が払われた。英国は厄介な分離機を使用したため更に困難な目に遇つたが、之等の装置を有効に使つた可能性は海軍々人で操作した場合の方が商船乗員の手で操作した場合に較べて多かつた。

之がドイツが連合国に対し初めて聴音魚雷を使う準備ができた時の情勢であつた。それは1943年9月20日乃至22日の、同年5月以来最初の北大西洋における大規模作戦即ちONS18及びONS202艦団に対する狼群攻撃に使用された。此の戦いで護衛艦3隻商船6隻が沈没し、護衛艦1隻が損傷を受けたが、その中で少くとも護衛艦2隻の沈没と1隻の損傷は聴音魚雷のためであつた。之に対し、ドイツ作戦命令は護衛艦12隻撃沈、3隻撃破、商船9隻撃沈と主張し多くの魚雷を使つたことを示唆した。然し敵が若し一時に2隻以上のUボートを触接させたら魚雷の脅威は更に大きかつたであろう。此のように魚雷の潜在威力は連合国に極めて重大な関心を惹起した。

9月23日英国海軍省はドイツの聴音魚雷使用に関する全面的評価を発表した。その中には魚雷に関して得た情報の概要1-2日前に行われた最初の攻撃の予備的分析、戦術的対抗策及びFoxerに関する状況報告(未だそれは使用が難かしく、経験に乏しく、運動力を阻害し、生産も困難であつたが敢て発表した)を含んでいた。

米国では対抗策の問題に関する広汎な研究が開始された。即ち魚雷の特性に関する報告が収集評価される一方、各種発音装置の研究が行われた。初期になされた決定の1つによつて20秒以内の間隔の破裂による衝撃波音源の研究は止められた。之等には水中の機銃の速射を行うことや、爆発尖を連ねて作つた手筒弾発音機等があつた。魚雷はこのような音源によつては作動しないと考えられ又作動したとしても船による音源のように変動のないものがあれば、仮令遙かに弱い発振でもそれに打勝つものと考えられた。此のような弁別は魚雷の増巾及び管制回路として最も当然の時間常数(Time Constant)によつて行われた。之は優れた対抗策としてばかりでなく、更に重要な使命として魚雷の基礎騒音中の最も望ましくない特性である自己騒音の不規のピークを弁別する目的を持つていた。

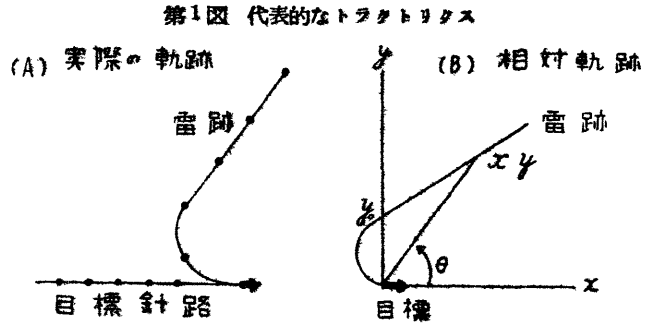
然し間もなく、凡ての特定の対抗策の実施に対し信頼し得る評価を行うには魚雷が如何なる機能を有するかと云うことを詳細に理解する必要があることが判つた。既述の2つの異つた仮定即ち、「前方聴音」と「全周聴音」とで全く異つたNMの配列法が生まれた。これがため聴音魚雷の作動の慎重な分析が行われた。その顕著な動きについて以下に述べよう。

15.2.2 雷跡の分析

魚雷の作動研究の主目的は、關係ある状況下における魚雷の進む経路即ち雷跡の決定にある。之うためには下に述べる如くいやになるほど多数の魚雷について特定のNMの存在及び種々の仮定の下における魚雷の作動を速かに予知する方法を研究しなければならない。その中でも重要なのは雷

速であつて、それによつて船が魚雷を振り落し得る速力が決定される。雷跡は船の速力と雷速の比の函数として表わすことができる。

最初の探究として、魚雷は単一音源の影響の下では常に音源の方に向首しようとするものと推定される。之がため目標が静止している時、即ち消耗用 NM の場合は魚雷の軌道は直線となる。目標が一定の速力で直進している場合は追跡軌道はトラク



トリクスになる。(或る直線に対するトラクトリクスとは、直線から曲線に引いた切線の、切点から直線までの切線上の長さが常に一定であるような曲線を云う。以下これを「軌跡」と略称する。) スケールを論外におけば凡ゆる軌跡は第1図のようになる。目標の位置を原点においた x, y 座標を考え、目標が $+x$ の方向に進むものとすれば相対的軌跡は (1) 式で示される。

$$x = \frac{y}{2} \left[\left(\frac{y_0}{y} \right)^k - \left(\frac{y_0}{y} \right)^{-k} \right] \quad (1)$$

之を更に簡単にすれば

$$y = y_0 \left(\tan \frac{\theta}{2} \right)^{1/k} \quad x = y \cot \theta$$

但し $k =$ 目標速力の雷速に対する比

$y_0 =$ 魚雷が最初に目標の正横を通つた場合の目標との巨離

$\theta =$ 目標から見た魚雷の方向角

魚雷が最初に目標の正横 y_0 に来た場合の、目標の位置を原点とする静止座標上の目標の位置は (2) 式、その時の軌跡は (3) 式で与えられる。

$$x = vt, \quad y = 0 \quad (2)$$

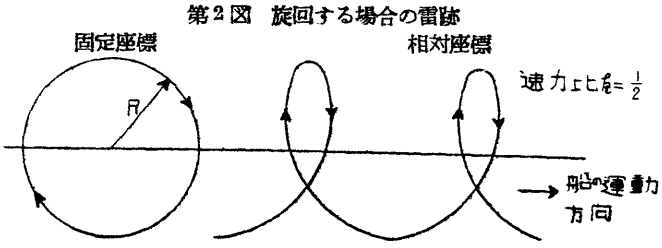
$$x = \frac{y}{2} \left[\frac{1}{1-k} \left(\frac{y_0}{y} \right)^k - \frac{1}{1+k} \left(\frac{y_0}{y} \right)^{-k} \right] \quad (3)$$

船と曳航標的のような一緒に動く2つ以上の目標を考えると、此の運動体系に対応する軌跡を描くのが最も簡単である。考慮すべき k の各値について (1) 式から計算した軌跡の一揃いを盛込んで如何なる点からも中心に向つて追跡コースが書き込めるようにしたテンプレートを用意する。凡ての場合の問題に対し、このテンプレートから軌跡を書写することができる。

然し魚雷はその旋回圈のために所要の急旋回ができないから何時も軌跡を描くと云うわけにはいかない。若し魚雷がいくらでも急旋回をして音源に向首できるならば、その相対軌跡はトラクトリクスにならないでサイクロイドになるであろう。(註 f) 代表的のサイクロイドは第2図に示す通りである。サイクロイドについてもトラクトリクスの場合と同じようにテンプレートをを用いて相対軌跡を描くことができる。

(註 f) 1943年末の情報では敵はその G7e 魚雷の舵を大きくして、聴音魚雷の最小旋回半径を 80 乃至 100 碼にしようとしていることが引続き確められた。

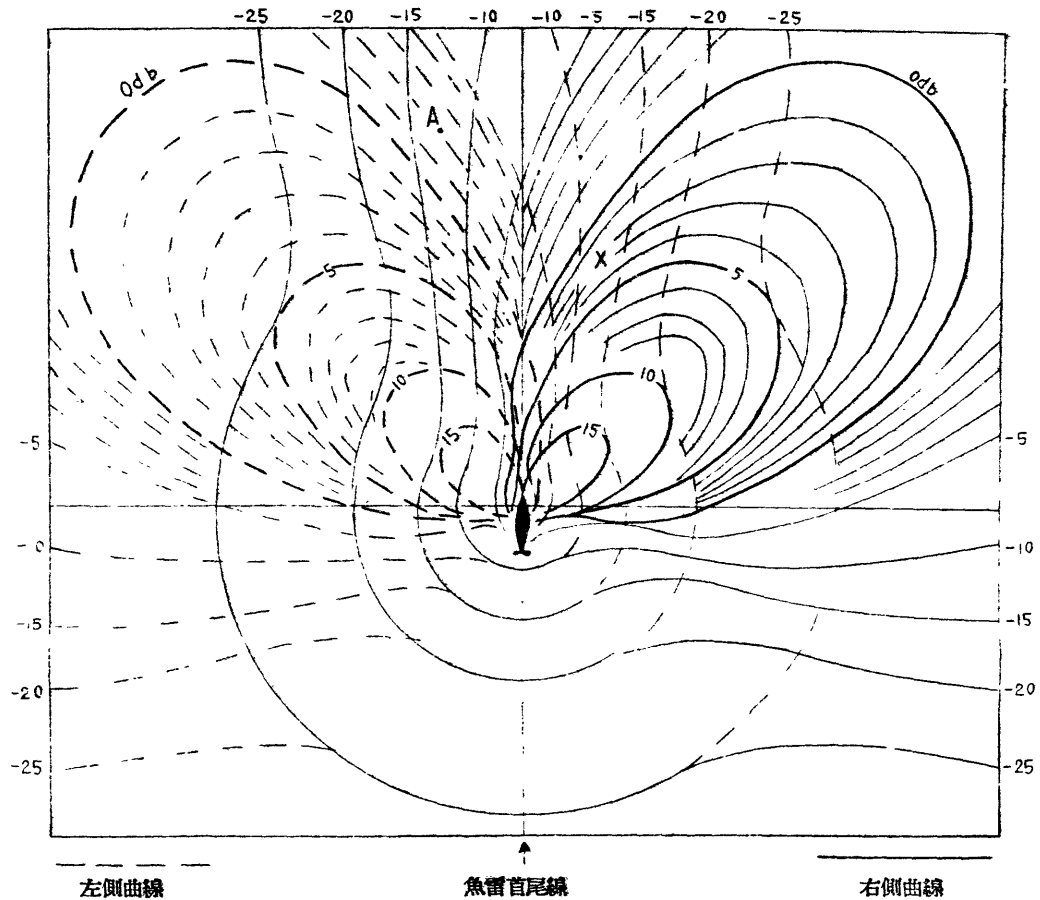
魚雷の作動は聴音及び電子的特性に基づくと共に雷速及び旋回圈によつて定まる。1943年末には、ドイツ魚雷の正確な特性は不明であつたが、聴音機構が使われ、魚雷の何れの側から音響が到来するかについて次のような大体の作動が用いられていることが概ね確実に判つた。(註g)



舵は2つの電気回路を流れる電圧の比率によつて作動する。若し不変の音源が魚雷の周囲を一定巨離で動くものとすれば、音源が魚雷の左側の何処かにある場合は、左側回路を流れる電圧は音源が右側にある場合に較べて遙かに大きい。同様に右側回路は右側音源に対して最も敏感である。

魚雷の軌道を決定するには各魚雷の位置について、各音源に基づく両回路の相対電圧がどうなつているかを調べる必要がある。之がために1つの1組のテンプレートが、各推定感度曲線毎に描

第3図 代表的な感度曲線



(註g) 聴音方式は探信方式に較べると遙かに簡單で失敗も少なかつたし、向首巨離も大きかつたようである。魚雷としては巨離と云う資料は使途が少かつたようである。敵は Passive な探知機構について遙かに多くの経験を持つていた。最も重要なことは探信方式に関する情報が全然なかつたことである。

かれる。各テンプレートは、魚雷の位置を中心とし、その進行方向を明示した透明な位置曲線である。1つの曲線は任意の標準音源が左側回路に与えられた一定電圧を生ずるような点の軌跡でありいま1つの曲線は同じ音源が右側回路内に同の電圧を生ずる点の軌跡である。音源に対応する基準の音の強さより、強いものと弱いものについて整数デシベル毎に平行ローブを描く。此の種の代表的感度曲線を示せば第3図のようである。

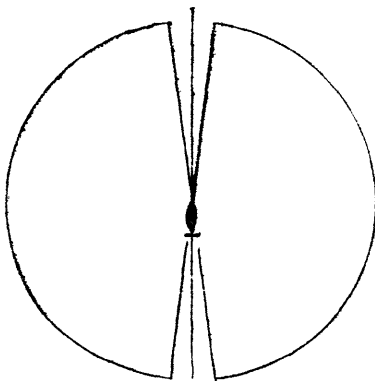
標準音源が第3図X点にある場合は左側回路には -12db 右側回路には +2db の信号を与える同時に若し標準より 10db 強い音源がA点にあれば左側回路には 8db, 右側回路には -3db の信号を与える。各回路の両音源による電圧の合計を求めるには 各数値の2乗の和の平方根を計算して出す。此の方法は音源が極めて断続的 即ち1秒間に10回しか爆発しない手擲弾のようなものでない限り正確である。

之等テンプレートを構成するのに、音圧は音源からの巨離に反比例すると云う仮定を立てている(巨離が2倍になると 6db を感ずる)。之は実験に見られる減衰の平均値に過ぎず、かなりの値の変動はあるがその影響は普通無視してよい。限界時機に含まれる巨離は余り小さいので外海における直線巨離上の音響の吸収は重要でない。然も船のウエーキの中ではかなりの減衰があり、24kcの音波については1呎につき約 2db である。(註h)

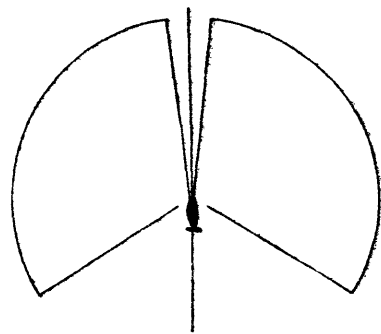
最も簡単な感度曲線は円形のものである。両側回路の各に対するテンプレート曲線は第4図Aに示すように、魚雷の軸の両側に半円を描いている。両側回路の間に差のないような無効帯(Dead Zone)の存在が無視し得るような小量ではあるが魚雷の首尾線上に認められる。(註i) 全周聴音以外の場合では第4図Bのように広い無感度帯を後方に残すローブが考えられる。

第4図 簡単化した感度曲線

A. 円形曲線



B. 改正円形曲線



凡ゆる水中聴音機構の感度は方向角に対してスムーズに変化すると云う数学的の探究からは更に現実的な描写ができる。いま θ を魚雷の進行方向からの角とすれば等感度曲線は $\cos(N\theta)$ で表わされる。この場合感度は進行方向が最大で、(無効帯を除く) θ が増大するに従つて減小し、 θ が

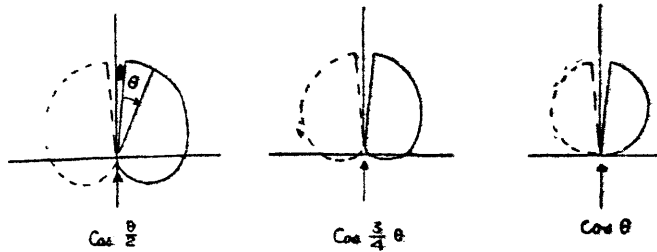
(註h) 最初の軌跡の研究では控え目の仮定をとつて、低い周波数においても1呎につき 0.1db の減衰をとつた。

(註i) この図型は当章 15.2.1 で述べた米国の初期の研究の本来のものである。

$\frac{\pi}{2N}$ より大となれば0となる。このような曲線の例は第5図に示す通りで、 $N=\frac{1}{2}$ の時は真後を除いては全周に感度があり、 $N=1$ になると正横後は感度がない。

実際の魚雷においては左右各回路は1側に向けた1個又は2個以上の聴音機を持つている。又各回路は同期回路(Phasing Circuit)を経て凡て前方を向いた同じ(又は一部分同じ)聴音機群に連結されており、両回路共同じ型の曲線になるようにしてある。若し前方

第5図 $\cos(N\theta)$ の感度曲線



聴音方式にしようとするならば、左右各回路の最大ローブ域は比較的広く、進行方向から20°から60°までの間に指向される。最高値より30db以上弱い音響はその方向が何処からであろうと両回路に後方感度を確実に与えることは困難である。大きな音源が左右両回路に略々同じ強さの電圧を生ずるような大きな角が後方に存在し得る。従つて「実用的」な曲線にするためテンプレートは左右45°の所に最大感度を有し、後方100°の間に対しては両回路に対して最高値より30dbだけ感度を弱くするようにすることができる。(註j)

此の曲線は実際には第3図の示す通りである。此の図形は若し最大感度の周波数を40kc以上にしたら形はもつと尖鋭になり、正首尾の減衰は更に大きくなるであろう。然しそうすると外海における音響の吸収がこのような周波数では顕著になるので向首巨離を減ずる結果になる。

舵の位置は左右両回路のデシベルの差即ち、両回路の電圧比によつて定まる。電圧の絶対値による凡ゆる管制方式は予期される広汎に変化する信号をさばくことはできないであろう。テンプレートと平方の和の平方根の関係をデシベルで表わした曲線とを使つて両回路内の信号は同じ標準を上廻るデシベルの量で表わされ、引き算を行つて差の値が出される。

舵の位置が電圧差によつて定まることの見かけ上、最も簡単な方法は、シーソー式(Flip-flop Type)管制即ち1側の回路が他側の回路よりも与えられた量(例えば3db以上)だけ強い場合は常にその方に一杯操舵し、他側回路の方が所要の量だけ強くなる迄はこの舵を続けるものである。此のFlip-Flop式の管制は下のような要旨によつて前方聴音式魚雷には必要と思われる。

発音機を使つていない船の前方から近接する魚雷は第1航過では目標を逸する。何故ならば、魚雷は急旋回ができないので軌跡に乗ることができず、又概ねその推進器の後方に気泡のウエーキを曳くため命中し損ずるからである。船尾を過ぎると魚雷の多くは、船を後方角度範囲の電圧差を生じないか、或は基礎騒音(自己の推進器の発する)以上には何の信号も聴き得ないような方向に見るに至る。若し電圧差がなければ魚雷は直進するか又は縦舵機による原針路に復し再び船の音を聴くことなく後方に逸してしまう。然るにFlip-flop管制方式においては魚雷は再び船の音を聴くまでは旋回を続ける。船がNM1個を曳航する場合も同じようなことが起る。若し魚雷の操舵量が電

(註j) 此の種の曲線は1943年末に、米国の聴音機及び聴音魚雷設計上の実験に基づいて決定されたものである。

圧差即ち、魚雷からの目標の方向角によつて定まるならば、魚雷はそれが探り出した電圧差を失したときはそれまでの軌跡の上を直進し管制を逸脱することは明かである。然し Flip-flap 式の管制においても、蛇行の角度は 10° 乃至 20° を越えてはならないから、此の点を改良しても、船の前方からの発射に多く見られる失敗を匡正するには至らないであろう。

限界音圧差を D とすれば之は概ね 3db が適当であると推定される。之より低い値にすると舵に好ましくない作動を与える虞れがある。之等の作動は後方感度域の小さなローブ、基礎騒音の波動船の音響伝播の波動等に基づくものである。之等の制限の下に D はできるだけ小さくする必要がある。何故ならば D が大きくなれば魚雷の向首巨離が減少するからである。魚雷が縦舵機管制によつて駛つて来て船に近接すると、最初は基礎騒音の方が強いくて、左右両回路には同じような電圧を生ずるが、船の方向が魚雷の最大感度角に近いと、近接するに従つてその側の回路の電圧が上昇する。その側の回路の船の音響と基礎騒音の合計によつて生ずる電圧が反対側回路の基礎騒音と船からの微小な音響効果との合計によつて生ずる電圧より $D\text{db}$ だけ大きくなれば魚雷は船の方へ変針する。若し D に大きな値が要求されると、魚雷は船の音響が基礎騒音に打勝つようになる迄に余分の巨離を縦舵機によつて駛らなければならない。

与えられた船が魚雷に舵をとらせる巨離は船の魚雷進行方向からの方向角 θ によつて大巾に変化する。船が魚雷の真正面にいる場合と後方の大きな角度範囲 即ち、左右両回路の感度曲線の差が、 $D\text{db}$ よりも少いような θ の場合は何れも向首巨離は 0 である。それ以外の θ においては向首巨離は主として感度曲線によつて定まる。如何なる感度曲線、 D 、及び基礎騒音に対する船の音響の強さを選んだとしても、所謂操舵曲線は θ に対する舵の作動巨離をプロットして描くことができる。(註 k)、但し之等の曲線は NM が存在しない場合しか使えない。

操舵曲線の左右何れかの側のローブの最大値が、船が魚雷を指向させ得る最大巨離を定める。此の巨離の値は船の音響出力及び魚雷の基礎騒音をどのようにして凌駕し得るかの方法によつて変化する。之等の数量は何れも正確には決定できない。与えられた魚雷及び特定の型と速力の船についても、船の音響出力と音波伝播状況が大巾に変化するため巨離は3次元に亘つて変つてくる。従つて對抗策を立てるに當つて勝手に定めた作動巨離を基礎におくことは明かに賢明なことではない。(註 l)

さてここで魚雷の本来の計画による軌道、即ち明確な目標船に対する軌道について少し考えてみよう。魚雷はドイツ電池魚雷 G7e の改良型で射程は6000碼以内、1000碼乃至4000碼の辺を適当な値としてとる。最初の縦舵機による針路は、向首巨離に入るチャンスを最も多くするため目標の船尾に対する衝突針路とする。魚雷は船の音響が自己の基礎騒音より大きくなるような巨離に入ると、

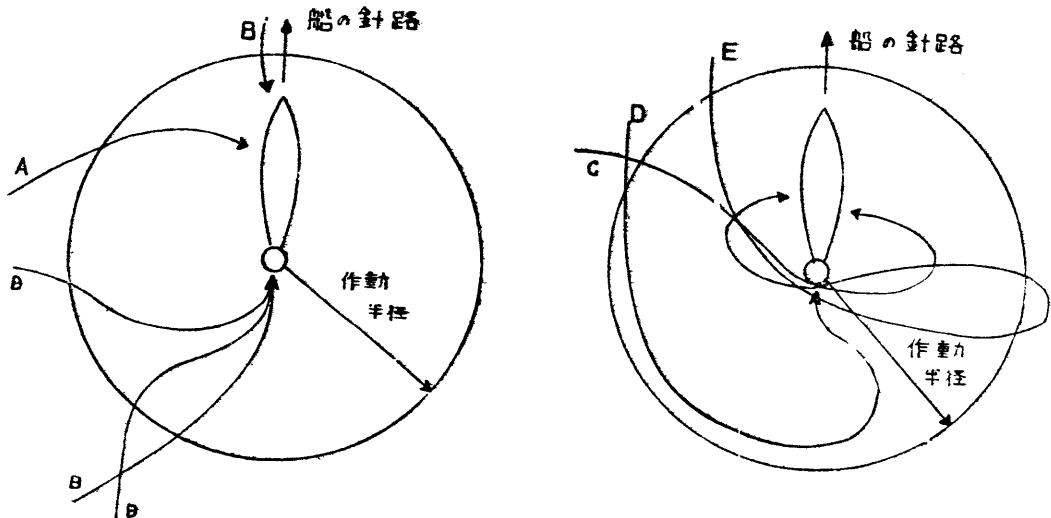
(註 k) 魚雷を縦舵機による管制から聴音管制に移行させるに必要な D を爾後の操舵に必要な D より大きくしてもうまく行くチャンスがあると考えられたことがあつた。此の「閔門」を使えば向首巨離を若干犠牲にするが、船の音響が一時的にピークに達して魚雷を縦舵機管制から聴音管制に移行させた後、普通の音響に下つて之が聴えなくなり、魚雷が遠巨離で旋回を続けるのを防ぐことができる。然し「閔門」はその存在が對抗策の一助となると考えられるなら、存在すると考えるべきでない。

(註 l) ドイツ魚雷の作動巨離に関しては代表的な目標船に対し100碼から1000碼に至る種々の推定がなされたが後日の試験によると大きな値の方が適正だつたようである。

(船尾が、魚雷を中心とする操舵曲線上の所要の点に来るに従つて) 船の方に向首する。若し之が極めて近巨離で起れば魚雷は第6図Aの軌跡に示すように十分に船尾に向つて旋回し切らないうちに命中するであろう。之に反し Flip-flop 式の管制を考えると、魚雷は船の推進器が魚雷の真正面の小感度範囲を越えて操舵曲線の反対側のローブで Ddb だけ前の回路より強い所まで来ると舵は反対側に一杯となる前方聴音式の曲線ととり、機構上の時間常数を $\frac{1}{10}$ 秒とするならば、反対操舵は目標の方向角を 10° 以内に保つように作動する。此の操作を繰返して魚雷は目標船の推進器の方へ小さな蛇行を描きながら軌跡の上を進む。第6図のBと示した軌道は此のような例を示す。

若し軌跡が船の真正面から来る場合は魚雷は船の推進器の横に来る前に命中するであろう。若し軌跡が充分後方から接近する場合は魚雷は途中ずつと向首を続けて船尾に命中するであろう。その中間で正横前から発射されたものの大部分を含む場合においては軌跡の曲率半径が魚雷の最小旋回半径より小さくなるため、魚雷は推進器に向首を続けることができない。(第1図の音源に対する相対 x, y 座標において此のような点の軌跡は原点において x 軸に切する半径 $\frac{1}{2}KR$ の2個の円になる。但し R は魚雷の旋回半径である。) 魚雷は通常第1航過で命中し損ずると後方へ振落されるが、船が魚雷の後方無感度帯の中においても Flip-flop 式管制においては魚雷は前方へ旋回を続け第6図Cにおける如く遠方で旋回するに至る前に船の側方に命中する。又はもう一度推進器を通過してD軌道のように後方軌跡によつて船尾に命中する。如何なる場合にも軌道Eのように多くとも3回目には命中するに至る。第6図に示したように船に対する軌道は適当なトラクトリクス又はサイクロイドのテンプレートから書き写して描くことができる。

第6図 船に対する相対軌道



15.2.3 理論的軌跡と発音機

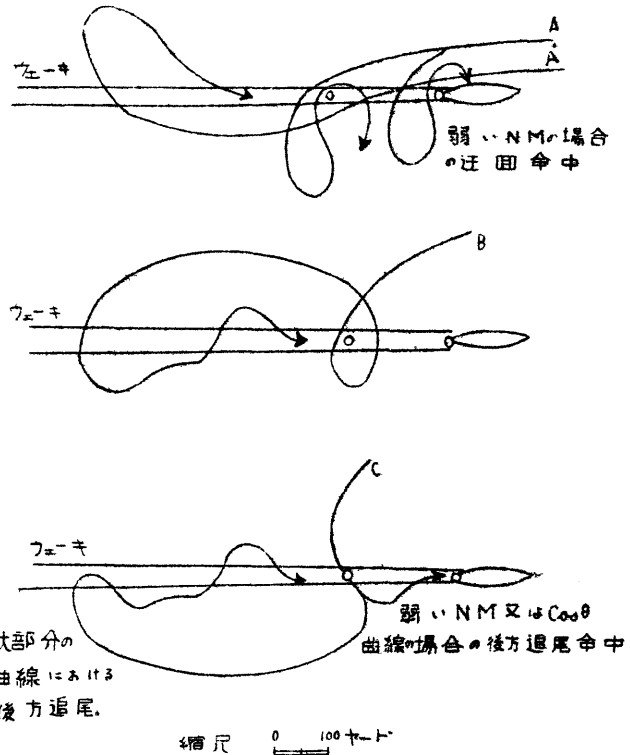
次に考えるものは、船よりも Edb だけ強い発音機を船尾 200碼のウエーキの下に曳航する場合の軌跡である。潜水艦の魚雷射法は船だけの場合と同じであるが、魚雷は E が 12db 以上の場合には 1 哩以上の巨離で発音機の方に向う軌跡を描くであろう。このように凡ての作動中の魚雷はこの系統に引入られる。船の音響は NM が魚雷の前方可聴方向内にある限り推進器から 50碼以内にかけ

れば魚雷に影響を及ぼさない。このように NM に対する雷跡は、船そのものに対する雷跡と似ている。

直撃は魚雷が NM の方向に操舵しながらも船に引入られた場合に起り、軌跡がたまたま船を通過した結果であつて、NM の強さや、船尾からの巨離とは無関係である。此のような命中の機会を得るには発射潜水艦は船の正首 3° 以内の所にいなければならない。反対に船は潜水艦に絶対に向首しないようにしさえすれば安全を保ち得る。(註 m)

若し NM が弱すぎたり、船尾からの巨離が遠すぎたりした場合には船首から 10 乃至 20° から発射された前方聴音魚雷は迂回命中をすることがある。此のようなことは軌跡が船に接近し、魚雷は船尾を横切る軌跡から旋回させられて NM を後方無感度帯に置いたまま船尾を追つて命中する。第 7 図の A 雷跡は迂回命中に至る軌跡を示す。以下の説明の便宜上魚雷は船の左舷側から蛇行を描いて NM に向うものとする。蛇行中左に旋回する間は、魚雷の左側、回路は右側、回路が NM から受ける信号の Ddb 以内を船から受けるであろう。(之は 15.2.2 に述べた感度曲線パターンを使つて決定される。) 船の推進器に接近した結果、NM が右側回路の最大感度角にあつたのにも拘らず此のようなことが起つたとしたら、差の D は得られず魚雷は第 7 図 A の示す通り左回頭を続けるであろう。回頭中魚雷からの NM の方向角は漸増して、感度は漸減する。一方危険な事例においては船の推進器の方向角 (反対側の)

第 7 図 単一の曳航発音機を持つた 12 節船に対する代表的相対軌道



の増加の割合はもつと少なく、船への巨離は減少するので、何れも魚雷をその方へ回頭させる傾向を持つ。此の状態は魚雷がウエーキを横切る前に充分に (約 90°) 回頭する余地がある場合は纏いて、遂に NM を後方無感度帯に保つたまま船の推進器の方を向いて船尾に命中するに至る。然し若し軌跡が第 7 図 A' のように船に極めて接近するときは、魚雷からの船の方向角はウエーキを越える時急速に増加し、NM はその管制を取戻す。

このように船に対し魚雷を偏向させる位近いが、魚雷が回頭できる位の余地を存するような一群

(註 m) 安全率をとつて、FXR 曳航船は潜水艦をできる限り船首から 10° 以上に置くように指示した命令が出された。

の危険な軌跡がある。迂回命中の危険は NM 音を強くして、回頭の余地がある位船から離れた軌跡上を駛る魚雷がそれから逸脱するのを妨げるることによつて防げる。従つて魚雷の旋回圏が少しでも減ればこのような命中の機会が増すことは明かである。 $\cos\frac{\theta}{2}$ 曲線即ち実用感度曲線においては、船尾 200 碼に曳航される NM に必要な E は約 10db である。

船に直撃も、迂回命中もしない魚雷は第 7 図 B の如く NM に追尾を続ける。船が単独の場合には、魚雷の或るものは後方から NM に接近して所謂後尾追跡を行う。他のものは NM の後方を通過して最小の旋回半径を以つて前方に回頭して、NM の前方を横切り、回頭を続けて NM の後方に後落してから後尾追跡に移る。何れの軌跡も多くとも 4 回 NM を航過するうち、後尾追跡に移る。種々の感度曲線を使うと、此の NM に対する予備的蛇行の間中、若し NM が 200 碼程度後方に曳航されており、魚雷を後尾追跡に保ち得るならば、船は魚雷を寄せつけることはない。

単一の発音機の配置の成否はこのように、魚雷が後尾追跡をしてきて、それを追越して船尾に命中するのを防ぎ得るか否かにかかつてくる。その成否を決する要素は魚雷の感度曲線である。(註 n) 若し魚雷が、初期に米国の研究において仮想されていたように全周を一樣に良く聴音することができれば問題はない。何故ならば NM が近くて発生音が強いほど船の音響より良く聴え、魚雷を後方へ回頭させ、いま一度偽の後尾追跡を開始するに至らせるからである。然し、いくら NM の発生音が大きくても、それは第 4 図 B に示すように後方に無感度範囲を持つ「数学的」曲線に対抗できることを頼つてはいけぬ。NM は無感度帯には入り込み、その位置に留まつて船の音響が魚雷を引寄せると云うことを起りやすいことである。

然し $\cos\frac{\theta}{2}$ 曲線は真後以外の感度は 0 よりは大であるから、船の音響より 10db 以上強い NM によつて対抗し得る。此の場合ウエーキ中における船の音響の減衰のため、充分に NM の方に回頭させて管制を取戻すこともある。減衰率が 1 呎につき 0.1db の場合にはウエーキの中にあつて NM に近く後落した魚雷が船の音響を聴知し得るチャンスはない。この保護は NM がウエーキの中になくて、その一側に偏在していても減小しない。

更に實際的な感度曲線が単一の NM の価値を新たに保証している。後尾追跡に充分な大きさの発音を行う NM を魚雷が追越すと、實際の感度曲線には両回路とも NM から多量の音を受けるため一側に加わる船の音響も操舵させるに至る程の差を与えることができない。Flip-flop 式管制の場合には魚雷は NM を横切つた時に始めた回頭を後落する迄続ける。船尾 570 呎に曳航される NM は船よりも 12db 強ければ適当であるとされている。船の速力が増せば魚雷の船に対する最短接近巨離が増すから、NM の所要出力は少しく減小する。

初期の勧告に基づいて、1943 年末に NM には 200 碼の曳索が準備されたので曳索の垂下のため曳航巨離は 570 呎になつたが、上述の線に沿つて行われた完全な軌跡の研究の結果、これを変更する理由は何等認められなかつた。曳索とこれより長くすると迂回命中を防ぐために発音を大きくする必要がある上、操作上の困難が増し、短くすると、後尾追跡を防ぐため発音を大きくしなければならなかつた。NM の曳航巨離は魚雷の船に対する向首巨離半径より大きくすることが良いと考えら

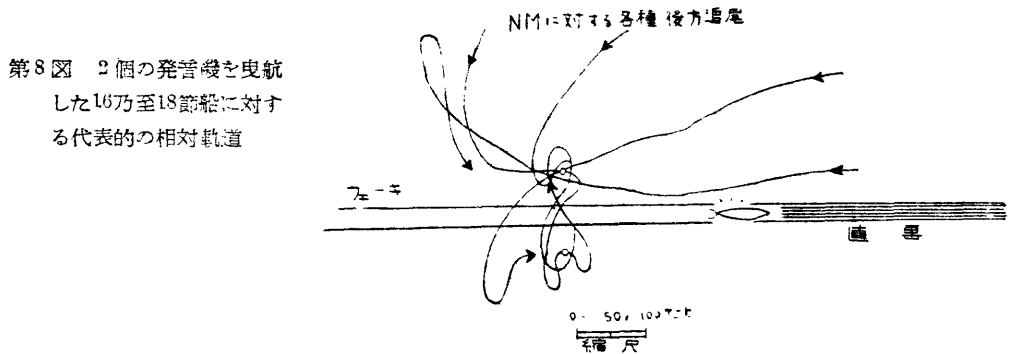
(註 n) ドイツ聴音魚雷の感度曲線に関する正確で詳細な知識が得られなかつたので、後尾追跡の危険からの安全性については常に疑問があつた。之は實際上対抗策樹立問題上の難点であつた。

れたが、これはその半径が不確實であることと、若し魚雷の向首巨離が200碼以上であると迂回命中を防ぐため NM の発音を大きくしなければならなかつたので採用されなかつた。Fxr はその音響が何れの方角に対しても遮蔽されないようにウエーキの下に沈めなければならなかつたが、これは深度を保ちながらウエーキの一侧に偏しても実害はなかつた。

船尾以外の方向に位置を固定した発音機も考慮された。之等の船尾以外の場所の発音は機銃の集中射撃等によつて作られたが、その効果は劣つていて船が軌跡を横切る回数が増すので直撃の機会が多くなつた。迂回命中から守るためには NM を推進器から 300 碼以内に置くことが必要である。最も重要なことは、船は NM から反転してきた魚雷を捉え易い位置にあることである。最後にソーナーの妨害も増すことにも注意しなければならない。

軌道を分析した結果 2 個の NM を横に並べて曳航すると単一の Fxr よりも確かな対抗策になると云う結論が確認された。英国の複式 Foxer は實質上後尾追跡に関する不明確な点をなくした正横後に対する感度が 0 であるような魚雷（即ち第 5 図における $\cos\theta$ 曲線）でも、それが 1 個の NM を通過した後第 8 図に示すように船にあまり接近しないうちにもう 1 個の NM に引寄せられる。最初の魚雷の近接に際しては複式 Foxer は 1 個の同じ音量の NM の場合と同じであるが魚雷は 1 個の NM に対するトラクトリクスを描くか又は 2 個の NM の「音響の重心点」に向うかの何れかであるこのように複式 Foxer を曳航した場合の直撃又は迂回命中のチャンスは本質的には音響の強い単一の Fxr と同じ効果を持つていた。

英国では適当な分離器の研究に最優先順序を置いたが、案の定、複式 Foxer の生産と取扱いは困難を極めた。米国では種々の証拠によつて単一の NM の方が適當であることが明かになつたので、Fxr を採用した。然し、此の決定が誤りでなかつたことを確認するため些細な点に至るまでの証拠を検討することに重点がおかれた。



15.2.4 ドイツ魚雷に対する詳細な情報

上述の構想が1943年暮に細部に亘るまで実施されている間に、ドイツ魚雷の作動に関する更に進んだ情報が集められた。10月中旬 T-4 魚雷の詳細な、そして明かに正確な機構が、7月20日 T-4 魚雷 3 本を搭載して出撃した U ボートの捕虜から得られた。捕虜は更に改良型である T-5 魚雷が 8 月には実戦に使われる予定であると報じた。T-4 は G7e 電池魚雷を改造したもので雷速を 20 節に低下し、旋回半径は 90 米であつた。液体を充たしたプラスチック製の尖端部には 2 個の前向きの聴音機を蔵し、装備前の試験 (Spatz テスト) では舵は音源が尖端部のどちらにあるかによつて

3つの位置即ち左右各一杯と時折の舵中央の位置とがあつた。発射の際スイッチをWSかNSかに調定するようになっていたが、之は聴音操舵にどんな影響を及ぼすのか判らず、判明したのはずつと後になつてからであつた。

別の捕虜は魚雷の駛走試験をバルチック海で見たことがあり、我々の考えていた軌跡の全体的の形の正しいことを確証したが、更に顕著な蛇行の存することを附加え、これによつて Flip-flop 式の管制方式が用いられていることが確められた。

T-4 魚雷の先端部に関する捕虜の陳述から、魚雷の感度を確認するために聴音機の配列を組上げて行き、12月に至つて予備的の成果により T-4 魚雷は同期回路に連結された速度聴音機を持ち約 5kc の音波に対して感度に有することが判つた。感度曲線は後方において 25db しか下らない。之等は凡て歓迎すべきニュースで、完全な測定はもつと後にならなければ完成しなかつたが実際の曲線を確認する手段となつた。

然し凡てが明るかつたわけではない。装置について測定が行われたが装置は直ちに、永久に破壊されてしまう。之等が仮に示した処によると、船の音響は 10kc 以下ではウエーキによつて減衰しないことが判り、ウエーキが後尾追跡してきた魚雷を回頭させることに頼り得ないことが判つた。そこで後方で 30db より大きくない感度を十分に信頼しなければならなかつた。(註o)

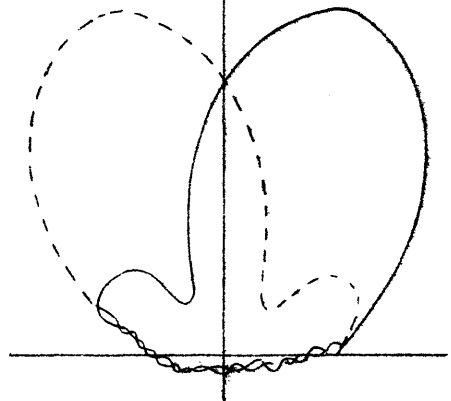
T-5 魚雷が使用されその雷速は 24ノットであるとの散発的な情報が入つたので、低い速力比の軌跡の重要性が増し、どうやつて自己騒音を減ずるかに興味を持たれた。奇抜な情報の1つとしては、魚雷は音響の絶縁と爆發威力増大のため綿火薬で織つてあると云うものささあつた。T-5には2つの型即ち、T-4と同じく丸型頭部のものと平頭形のものがあるようであつた。この平坦な金属面の内部には 10×2吋 纏の薄片が4本平行に縦に収められていたが、之等は Magnetostriction 聴音機と思われた。然し聴音機の間には同期装置があるように思われた。その間隔から見て最高の感度は 12½kc に合わせてあるようであつた。

T-4 の振子型慣性式起爆装置には磁気式の附加装置のあることは明かであつた。数隻の船がそのウエーキ内で爆發が起つたことを報じ、それは慣性式起爆装置の作動不良に基づくものとされたが、捕虜訊問の結果それが正しいことが判つた。磁気特性によつて直撃の機会が若干増したが、更に重要なことには、調定深度をキール線下 10呎にすることができたことで、これによつて横転及び自己騒音に煩わされる機会を激減した上、船のキール直下における爆發によつて船側における爆發よりも更に多くの損害を与えることができた。これに対し魚雷を爆發させるため Fxr の周囲に磁場を起すことが考えられた。

(註o) 英国は T-5 魚雷に対し 30db の制限にも拘わらず1個の NM を追越して後尾追跡を行い得ると云う複雑な憶測を行つた。聴音機の間周期装置は極めて複雑で魚雷が音源の下を航過して聴音が消滅した場合と音源の側方を航過して聴音が消滅した場合とを判別できるとした。前者の場合、魚雷は NM に後尾追跡を行い終つてから旋回しないで船の方へ駛走を続けるために、音圧差が再び得られるまでは舵は直進させるように操作される。後者の場合は舵を音源の方向に固定して前方から発射した場合でも船を2航過以上できるようにしてある。この推定はあまり複雑で實際的でなかつた。更に魚雷が後尾追跡を行う場合でも僅かな波動によつて NM の一側を通過させることが多くその場合でも舵を固定すると云う不都合を生ずることになる。

1944年1月下旬、T-4の再生から完全な実験感度曲線が得られ、円頭型T-5もそれと同じ型の感度を持つものと思われた。それは各側の回路は首尾線から左右25°の所で最高感度を有し、如何なる角度においても最高値から28db以上低下しないと云う推定の曲線に顧慮させてあつた。然し各側回路共反対側の首尾線から60°の所に突出した副ローブができ、その側の主ローブより2db以上低くすることができなかつた。60°以上の方向角においては両回路の曲線は互に7db以内を存しており、第9図の示す如く互に不規則な形で絡みあつていた。操舵に必要な差Dは誤つた操舵又は混乱した操舵を防ぐため7dbでなければならなかつた。即ち目標が右約110°に至つて左回頭するようになっていた然し敵が向首巨離を増加するためにD=3dbとし、後方の低感度によつて船の音を自己騒音に隠すと云う混乱を防いでいることが考えられた。Dの値如何に拘らず方向角5°から60°までの音源だけしか舵を正しい方向に確実にとることができなかつた。

第9図 T-4 聴音方式を再生した感度曲線



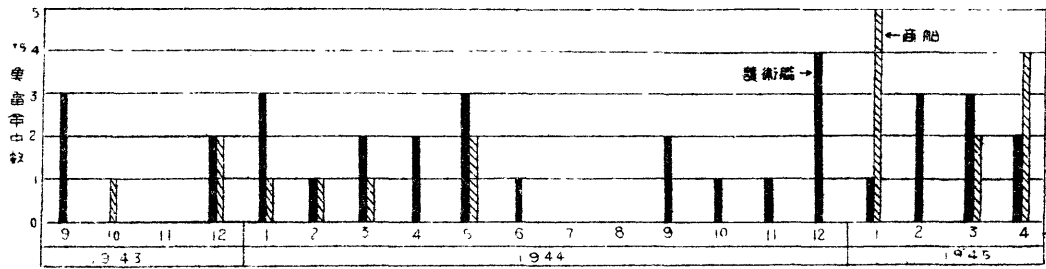
此の型の感度曲線は後尾追跡状況を改善したが、迂回命中の危険を増した。前後の識別力の低いこととDの大きいことは船にとつて、後尾追跡に続いて、魚雷を引つけることを実際のものより難かしくした。他面船が近傍を通る軌跡上の魚雷を引付けるのを防ぐには更に発音力の大きいNMを必要とした。若し此の魚雷がNMを方向角60°以上に見て充分の遠距離で船の方へ旋回したら、いくら船の音響が微弱でも回頭を続けるであろう。普通それが推進器の方を向いたら、迂回命中の位置に入つたことになる。凡ゆるUボートを船首からの方向角20°以上におくように指令が出され、雷跡を船から遠く離すことによつて大部分の直撃と迂回命中とを防止できた。

1944年1月までに Fxr MK2 (12節乃至19節用) が大型護衛艦に広く使われるようになり、低速艦船には Fxr MK3 が用いられた。Fxr MK2' に関する実戦上の主な難点是对潜艦に課せられた速力制限と、沈降器 (NM をウエーキの下へ沈めるもの) に関するものであつた。又量産型を船の音響より 12 乃至 15db 大きくすべきか否かについて報告に不一致があつた。数デシベルの安全率も確かに要望された。多くの試験と失敗を重ねた揚句、8 節から 25 節までの間の速力で曳航できる 30 吋平行棒式 NM にまで進歩した。それは Minnow (小魚) と呼ばれる 90 ポンド重錘で沈下され、その発生音は Fxr MK2 より安定しており、5kc で DE の平均音響より 20 乃至 25db 強く、カナダの CAT 装置に匹敵するものであり、英国の Foxer の構成要素となつた。

かくするうち、T-5 魚雷の発射に関する全資料の調査が注目されるようになった。第10図は、ドイツ降伏前の情報資料に基づいて T-5 魚雷の成果と思われる毎月の戦斗数を記録している。(完全なドイツ側の記録は本書編纂の時には未だ入手されていない。) 危険な海面における NM の重要性は護衛艦の被害率の高いこと (1944年5月中14件中7件) がこれを示し、その場合Uボートは巨離2500碼に入らなければその存在が判らなかつた。之等の場合他の對抗策は効果がなかつた。1944年5月 Fxr MK2 を曳航した対潜艦が突然爆発を起したことがあつた。間もなく新たに研究された

装置が採用されて Fxr MK4 と命名された。

第10図 ドイツ聴音魚雷の月別命中数(黒線—護衛艦, 斜線—商船)



1944年春 T-5 魚雷の射表が1部インド沖で自沈した U ボートから発見された。射三角の関係から雷速は少くとも最初の縦舵機による管制中は 24ノットであることが確かめられた。最小照準巨離の調査によつて(発射時の目標の方位角と速力の函数として表に示されている) 魚雷の作動開始巨離が 500米, 即ち聴音機は発射後30秒経たなければ操舵を管制し得ないことが判つた。之は 魚雷が発射した U ボートに帰ってくるのを防ぐためであつた。最小発射巨離はこの500米を魚雷が駛り終つた時, 目標船の推進器がなお 200 米前方にあつて, 前方聴音式のローブが船の音響を聴き損じることがないように定められてあつた。

此のように魚雷に関する情報は逐次確實になつてきたが, 1944年春までは未だに断片的であり, 不満足であつた。然しこの状態は間もなく一変した。

15.2.5 捕獲した T-5 魚雷の研究

1944年6月5日米國護衛空母 Guadalcanal とその護衛艦は U-505 を捕獲して2本の円頭型 T-5 魚雷を入手した。之等の魚雷を調査して先づ明かになつたことはプラスチックの先端の内側には聴音機が2個と若干の液体が入つているばかりでなく, 聴音機を左右各 30° に向けているゴム製触角機構があつた。各聴音機は同期装置なしに夫々の回路を制御していた。全機構の最大感度周波数は予想より高く 27k μ cであつた。此の周波数の高いことは NM の発生音は船の音響に較べ高い周波数の低落程度が少なかつたから好都合であつた。Fxr MK4 は DE の音響に較べて 27k μ c においては約 30db 大であつた。

8月になつて感度曲線を測定した処もつと不気味な事実が判つた。それは後方の感度が最大感度よりも 42db も低くしてあることである。従つて Fxr MK4 を曳航しても, D 即ち舵をとらせる最小音圧差が約 2db 程度であつたから後尾追跡によつて命中を受ける機会が若干はあることになる。他面, 第11図に示す如く左右両回路曲線は方向角 20° と 125° との間に充分に分離されている(約 12db) ので, D の小さいことと, NM 発生音の大きいことと相俟つて迂回命中の危険を除去していた。事実 NM を 400 碼後方に曳航しても迂回命中するような雷跡はなかつた。曳索を伸ばせばそれだけ後尾追跡から安全であつたので若し, T-5 魚雷による実走試験を早急に予定しなかつたら, 曳索長を増すことが勧告されていたであらう。

このような試験は, 新しい複雑な問題が発見されたので特に必要になつた。即ち 魚雷は左右共通の増幅器を持っていて, 両回路は毎秒 108 回の割合で交互に切換えられていた。若し左右両回路の信号が等しければ, 108 サイクルの合成出力は生ぜず, それ以外の場合は, この合成出力のフェー

ズが左右何れの信号が強いかを表わした。面倒な問題は Fxr MK4 の管の衝撃が 90 乃至 115 サイクルを有することで、この変調が魚雷に如何なる感応信号を与えたであろうかと云う点にあつた。之に対する回答は自動音量調整 (Automatic Volume Control = AVC) の影響で複雑であつた。

然し若干の疑問は魚雷の調査によつて明答が与えられた。WS と NS の調定の意味は捕虜の情報によつて若干推定はついていたが、それがここに確められた。WS は方位角 90° 以内で発射される場合に調定されるもので、此の場合は、音圧差がなくなつた時は魚雷はその最小旋回圏で回頭を続ける。即ち Flip-flop 式管制を行うようになっていた。NS は後方位角発射の際に用いられ、魚雷が数秒間音圧差を受けないと、元の縦舵機針路に復り、音圧差 D を再び受けると舵は再び管制されるようになっていた。

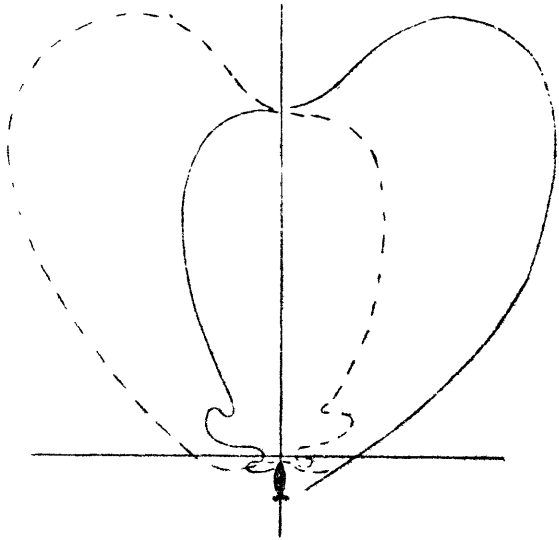
両接点を持つていた理由は魚雷が遠距離から船に接近する場合、一時的の騒音の増大のため船からの安定した信号を聴くに至らないうちに旋回を始めることを防止するためだつたようである。此のような旋回は前方方位角の発射の場合には船の運動によつて巨離が縮まつて向首運動ができるようになるものであるし、若し魚雷が船尾へ外れてた場合は Flip-flop 式管制が必要となるから、差支へはなかつたが、後尾追跡発射にあつては魚雷はその軌跡に乗ることが出来るから Flip-flop は必要なかつた。一時的に信号を受けた後元の縦舵機による針路に復ることは、逃げて行く船に対する向首巨離に入り得るのに対し、旋回してしまえば後方に落されて向首の望を失つてしまうからである。

此のような管制方式の結果 WS 発射が後尾追跡によつて命中して来るのを防ぎ得ても、船尾から 30° 以内の所から発射された NS 発射による後尾追跡魚雷が命中する危険があつた。NM を通り越して之を音圧差を感じない区域へ入れてしまつた NS 発射の雷跡は縦舵機針路を進んで船に接近しその推進器に誘導されて命中するに至ることがある。船首よりずつと前方の方位角で発射された NS 魚雷は縦舵機針路に復し、再び船の音を聴くことができず、又聴き得たとしてもそれは遙か後方へ旋回するため NM に再捕捉されてしまうであろう。

魚雷の最初の駛走試験によつて旋回半径は 80 碼、旋回中の雷速は 22 節で、縦舵機管制中の雷速は 24 節であることが判つた。

1944年10月即ち初めて對抗策の深い研究が行われてから 1 年目には T-5 魚雷を使つて通常の場合の下で 20 回の聴音駛走をやらせてみて詳細な観察が行われたが、その結果 Fxr MK4 は充分な防禦になり Fxr MK2 は唯 1 回の発音不良があつた他は同じく有効であつた。この好成果の理由は魚

第11図 U-505 から捕獲した円頭型 T-5 魚雷の測定感度曲線



雷が NM に接近するに際して大きな蛇行を描くことにあつて、魚雷に次の針路を取らせるため操舵する前には魚雷が NM に横腹を見せたことも屢々であつた。船の速力が15節以上であると魚雷は NM に追付くことができずその後方を前後し、15節未満の場合は時には NM の前方で回頭することができたが常に NM に管制を維持され角度範囲内にあつて遂には再び NM の後方に落ちてしまう。直接 NM を航過したものはなかつた。大部分の駛走は後尾追跡命中の状況に似させるため縦舵機針路を船の針路と平行にした NS 発射で行われたが、此の場合も問題は起らなかつた。船のウエーキは魚雷の蛇行に較べて極めて小さいので何等の影響も及ぼさなかつた。又 NM の衝撃音の干渉による雷跡の影響も、或る場合には衝撃音と魚雷の左右切換の同期の差が2サイクル以内になつたこともあるが、何も認められなかつた。

蛇行の大きいことは魚雷が命中を期待できるような船の方位角を増した。方位角 11° で発射された魚雷はこのような風に命中したが、約 20° の方位角で発射した3本は100呎以上外れた。従つて当時の準則（現存していなかつた迂回命中に対する予防策）たる U ボートを方向角 20° 以上に見るように定めたことは之等直撃にも充分な安全の余裕を与えた。蛇行径路を統計的に分析したところ 20° の準則が正しいことを証した。蛇行は魚雷が NM に近接するに従つて大きくなつたので Fxr の曳索長を 200 碼より縮めると直撃の機会を激増したが、他面曳索長を 400 碼にしても状況はほんの少ししか改善されなかつた。

16節の DE (200碼の巨離で1平方糎当り 0.0002 ダイソ以上のスペクトラムレベル 33db) の NM を曳航しないものに対し3回発射を行つた。後方からの近接の場合の蛇行は極めて少なく魚雷から見た艦の方向角が 20° 以上になつたことは殆どなかつた。然し之によつて魚雷の実速は約 19 $\frac{1}{2}$ 節に減じたので、20節以上の速力で航行する船に真向からの発射以外には安全なわけであつた。

之等の発射中の或る時魚雷が 1500碼の巨離で縦舵機針路を離れて船の方へ回頭した。之がまぐれ当りであつたかどうかは兎も角として魚雷が 600 碼まで辿り着くと、直接船の方へ操舵するから、向首巨離は明かに 600 碼以上であつた。魚雷の向首巨離が 1500碼あると、10乃至18節を以つてする戦術的対抗策（横跳び法）も極めて危険なものになつた。

Fxr MK2 の駛走試験における能力に鑑み、NM の発生音を良態の Fxr MK2 即ち船の音響よりも 20db だけ多くする研究が始められた。此の装置は MK4 がソーナーに及ぼす影響が不利になつた場合は何時でも之に代ることになつていたが満足な設計はできなかつた。(註カ)

1944年末、平頭型の T-5 魚雷のエレクトロニツク部分が数個、フランスで発見されて英国へ送られた。予想されていた通り聴音機は同期回路によつて、連結された左右2つの回路から成つていた。最大感度は 27kbc に対してであつて、増巾器は U-505 で発見された円頭型のものとは異つた型であつた。然し平頭型の聴音機でも円頭型の聴音機でも何れもが、何れの増巾器にでも使用し得るようになっていたことが確められた。ドイツの発射教範には型による区別が示されていなかつた

(註カ) MK4 によるソーナーに対する妨害があまり甚しかつたので、要するときそれを停止させる装置が研究され Harp と呼ばれた。Harp の発生音は曳索を急激に緩めることによつて停止又は発動できた。然し NM の発音を停止することは船を休止期間中に発射された魚雷のみならず、休止前10分以内に発射されて NM を追跡していた魚雷に対しても曝露させた。NM によつて引付けられていた WS 魚雷の大部もそれから船を聴知して之に向つて来る。

から両者の能力には殆ど差異がなかつたようである。英国はこの情報と、米国の駛走実験の成果とに力を得て、12月に単式 Foxer 即ち単一 NM 方式の使用を許可した。(註 q) 然し蛇行が大きいと云う理由が判らず、且つ新しく発見された増巾器によつても大きな蛇行が起るとは考えられなかつたので、単式 Foxer は 400 碼で曳航された。

蛇行の大きい理由は、終戦後円頭型 T-5 魚雷のエレクトロニツク装置の深い研究が完成して初めて判明した。それによると舵をとるに必要な音圧差 D は音源の種類とその強さの両者によつて変ることが判つた。船の音響即ち元来ピークと平均値 (Root Mean Square) の比が 14db であるような Termal Noise (揺乱熱による騒音) に対しては D は僅に 2 乃至 3db であるが、平行棒発音機即ち水深の大きい場合、その平均値に対するピークの比が約 20db であつても D は遙かに大きくなる。即ち D は、聴音機の出力が、最大感度の方向について 1 平方糎につき 0.0002 ダイソより 55 乃至 85db 高い信号に相当する高い電圧範囲にある場合は 12db 以上になる。これは 15 節の Fxr MK4 に対する巨離 800 碼から 30 碼に至る場合に相当する。NM が如何なる方向にあつても左右両回路の感度が 12db 以上異なる場合はないから、信号音が如何に大きくとも舵は之に応ずる作動をしない。このようにして魚雷は回頭を続けて NM の魚雷から見た方向角が大きくなつて、聴音機の出力が減小し操舵に必要な音圧差が得られるに至るが、この状態は NM が魚雷の正横に来るまでは起らないから、その結果大きい蛇行を生ずる。NM の衝撃周波数が魚雷の切換え速度に近いとそれに対応する作動は誤りが多いことが判つた。AVC 即ち切換え回路は、関連した時間常数と相俟つて極めて複雑な影響を及ぼすので之以上の分析をここに行うのは適當でない。

左右両回路に等しい強さで入つている Fxr 音と、一方の側に加えられた船の音響とに関する実験 (後尾追跡において魚雷が NM を通過して船の方に向首するか否かの限界点の状況に似せてある) によると、船の騒音の平均値の影響が、両回路の RMS のレベルに等しい場合は、船の方に操舵させ得ることが判つた。此のことは、蛇行がない場合は D が 3db あればよいことを示し、以前に考えられていた 1 乃至 2db と云うのは悲觀的に過ぎることが判つた。平頭型 T-5 魚雷増巾器の回路ダイアグラムを研究してみると、それが蛇行運動を与えない場合でも、それは音波の平均値にではなく、Fxr 信号音のピークに感応して行動することが明かになつた。従つて Fxr MK4 は船が後尾追跡を受けるのを十分に防止し得ると信ぜられた。

現在の資料では大きな蛇行に対するものでないならば、MK5 のような音響の少ない NM は推奨できず Fxr MK4 を 200 碼でなく 400 碼で曳航することが所望の安全率を得るとされている。若し第二次大戦が続いていたなら平頭型魚雷による駛走実験が大きな価値を持つたであろうが、ドイツの降伏自体が完全な対抗策となるに至つたのであつた。

15.3 実戦データ

我々の行つた対抗策の成否如何の判定は、それが魚雷の命中した場合にのみ限定されるので我が方だけの実戦データからは正確には行い得ない。我々は雷撃が失敗した場合の記録を持たないが、或る種のデータは興味を惹くものである。対独勝利の日までに T-5 魚雷による命中と指定された

(註 q) 英国の複式 Fxr は常に重大な実用上の難点があつたが、簡単輕量の Scate と呼ぶ分離器が第二次大戦の末期に米国で研究され、2 個の NM の曳航法を可能にした。

HP『海軍砲術学校』公開史料

ものが51件あり、その月別のデータは第10図に示す通りである。Uボートによる努力が低下するに従って少いが、然し不変の成果を挙げている T-5 魚雷が重要視されてきた。戦争の最後の数ヶ月間は NM を商船に装備する問題が深刻に考えられた。第1表は T-5 に関すると思われる資料の入手できたものを要約したものである。

第1表 ドイツ T-5 聴音魚雷の使用状況
(1943年9月9日-1945年5月8日)

	目標の種別	
	対潜艦艇	商船
T-5 魚雷と推定されるものの命中数		
NM を曳航していたもの	7	0
速力9節以下のもの	3	1
何等の対抗策を行わなかったと思われるもの	22	18
計	32	19
T-5 によると思われる命中数の全命中数に対する百分比	40	7
沈没に至らせた T-5 魚雷命中数の百分比	44	79
沈没に至らせたその他の魚雷命中数の百分比	84	82

NM を曳航中に命中を受けた7隻中1隻は Fxr MK2 を、1隻は Fxr MK4 を2隻は英国の単式 Foxer (状態不良) を、3隻はカナダの CAT を使用していた。之等の中少くとも2件は直撃命中であった。

対潜艦艇は命中した T-5 魚雷は、他種魚雷に較べて沈没に至らせた成績が悪い。之は多分 T-5 の多くが艦尾附近に命中し(対潜艦艇に対しては63%、商船に対しては53%) そのため被害は局部に留まつて応急処置が可能であつたことに関連するのであらう。

更に明確な NM の効果に関する証拠がドイツ海軍省の IBM カードから研究されんことが切望される。之等のカードは消耗された各魚雷に関する摘要を帰還した U ボートから報告したものである。T-5 魚雷の発射数及びその命中数に関しては種々の異つた推測に基づく疑問を生じている。然し発射魚雷の極く一部のみしか命中しなかつたことは明かで、此のような新しい複雑な装置に起り勝ちな多くの故障があつたようである。敵はその失敗の或るものを我が発音機の所為にしたに違いなく、NM が近くにあるときわ U ボートが殆ど目標船のウエーキの中にある場合以外は T-5 を発射してはならないと云う命令が発せられたと報ぜられている。若し此の命令が出されたならば NM はその目的を最も簡単な方法で達したと言えよう。

結 び

前諸章において第二次大戦中の対潜戦闘を、史実と海軍戦術理論の客観的教訓との両面から論述してきた。将来戦が若しこれと同じような問題に直面する虞がないならば、このような論述を行う必要もないであろうが、対来の潜水艦及び対潜作戦についての推測は極めて不確実であるため、それ等について論ずると、その内容は凡て極めて空想的なものになってしまう。

本書に扱う対潜戦闘は本来史実的なものであることは明かである。それは対日勝利の日から前6年間に集められた実績から事実と数値とを受け売りして、それを説明し解釈するために理論を展開したものである。従つてその基調をなすものは2つ即ち一方ではドイツUボートの性格と戦術であり、他方では連合国対潜兵力のそれである。若し敵味方が異つたものであつたら、戦争の辿つた道程もそれに従つて違つていたであらう。

第二次大戦の大部を通じてのドイツUボートの独特の顕著な性格は水上戦闘の方針にも関連していた。その攻勢戦術は目視による発見と高速力及び運動力を使う水上追蹙とされており、潜航は被発見又は反撃を避けるための緊急処置としてとつておかれたに過ぎなかつた。北大西洋船団に対してとられた大狼群戦術は、その協同を強調したことが特徴であつたが、その結果頻繁な無線通信が連合国側に重要な情報を与え、ドイツのレーダー探知技術が貧弱であつたことが浮上Uボートに対する連合国側に大きな利益を齎らした。

連合国側にあつては英国に対する北大西洋船団を維持することの重要性が、他の何事にも増して対潜戦を重視させ、大西洋戦は、他の各大洋における広汎な略奪と小競合とを伴つた中心戦となつた。Uボートを打破るためにその弱点は充分に利用されたが、特に無線方位測定による位置の推定と艦艇航空機両者によるレーダーの利用が重用された。

第二次大戦末期には多くの重要な変化がなされつつあつたので、将来戦における情景は非常に異つたものになるであろうと云うことは疑う余地がなく、之等の変化の傾向が将来戦において予想されるものの最も明かな指針になつている。

1943年夏のUボートの敗北以後、ドイツはUボート戦の研究及び開発法の大規模な計画に着手し水中高速艦がその中の最も顕著な成果であつたようである。結局の目標はワルタータービン即ち燃料を酸素供給源たる過酸化水素と共に燃焼させて運転するタービンによつて推進する潜水艦であつた。之はXXVI型Uボートとなる筈のもので、標準型Uボートの最高水中速力8節1時間に対し25節6時間とされていた。このような高速が船団攻撃及び搜索並びに反撃回避上有する戦術的価値が著しく大であることは明かであつた。ワルタータービン推進の可能性は当時既に示されていたが、XXVI型Uボートは生産上の難点のため1隻も竣工しなかつた。(註a)然しそれより小型のX XVII型は実験用として数隻竣工し、対独勝利の日には公試が進行中であつた。

タービン推進Uボート程特殊なものではないが、高速電池推進艦にXXI型があり、強力な電動機と大容量電池を持つた高度に流線型化された艦型であつた。その能力は短時間15乃至18節の最高速力を有し、10節では10時間潜航できた。1944年にはUボートの建造はXXI型に集中され、1945年

(註a) 所要の過酸化水素の生産は高価で且つ補給された大部分はドイツ空軍特にV爆弾の計画に使用された。

5月にはその多数が作戦開始準備ができていたが、実際の作戦哨戒には参加しなかつた。

之等両型は勿論シュノーケルを装備していたが、之も1943年以後の出現物であつた。その着想は新しいものではなかつたが、1944年夏のその広汎な使用によつて前諸章に論述したように対潜戦の局面を一変した。シュノーケルは確かに将来傾向を推定する手掛りであり、レーダー偽瞞装置を附けた将来のシュノーケルはドイツが使用したものよりも遙かに有効なものになると予想できる。

第二次大戦末期には潜水艦の設計ばかりでなく、その使用兵器にも顕著な変化を来しつつあつた。第15章で論じた聴音魚雷は、その最もよく知られた例であるが、他にも同じような発達がなされていた。長射程蛇行魚雷が船団攻撃用に採用され、命中公算を激増したが幸いにも之を発射したUボートは極めて少数しかなかつた。ワルタータービンによつて長射程高雷速を有するインゴリン魚雷も研究されたが実戦には使用されなかつた。之等魚雷は将来における潜水艦の潜在的威力を増すものと予想される。

連合国側にあつては終戦時における進歩は、艦艇航空機及び兵器が良好な成果を収めつつあつたので、現存のものの改良と云う性格のものが大部分であつた。探知及び攻撃力を改良した新型ソナーが考えられていたが、特に目標の平面位置を刻々に表示プロットするスキヤニングソナーが顕著なものであつた。威力の大きい攻撃兵器も研究中で、新に採用されたスキツドは普通の爆雷に対し約10倍の奏効公算を持つことが確証された。

ソナー、レーダー及び航空機が第二次大戦中の対潜戦に甚大な影響を及ぼしたように、全般的進歩発達が将来の対潜戦に甚大な影響を及ぼすべきことは疑問の余地がない。原子爆発と核エネルギーを利用する動力とが最近の導入物として直ちに心に浮んでくる。然し此のような発展の影響を現在推定することは不可能で、それ等が考慮の対象になると云うことを指摘し得るに過ぎない。それ程目立ちはしないが、それに劣らない重要性を持つものはガイドドミサイルの大規模な発達である。ホーミング魚雷も此の種の兵器の1種と考えることができよう。

然らば将来の潜水艦戦と対潜戦はどんなものであると結論づけるべきであろうか。或る程度の結論は、それが極めて空想的なものであるとは認められるが、既に整つている。

海軍の戦斗が将来如何なる全体的形態をとるかは明確ではないが、海中と上空を含んだ海洋の支配が軍事的には第一に重要で、此の支配が正しく海軍力の目標であると考えられることは確実に容認される処である。此の支配をどのようにして樹立するかは将来の分析と計画とによつて決められる問題である。用い得る一般方法は海軍艦艇航空機とミサイルである。何故ならば近代戦はもはや個人同志の戦斗の段階ではなく、遠距離から敵の中心部へ破壊力を送り込む方法である。ミサイルに基づいているからである。海軍兵力即ち艦艇、航空機及び潜水艦は基本的にはミサイルを正しい場所に到達させるために、それを発射することを目的とするミサイル運搬具である。

各種兵力の特質は、ある部分は、それが発射するミサイルの要求によつて決められるが、その他の部分はその本質とする速力、持久力、及び運動力による。敵発見と敵からの被発見の相対的難易等も極めて重要な特質である。

過去においては潜水艦は魚雷をミサイルとしてそれを中心に建造されてきたが、魚雷の改良と潜水艦から発射するガイドドミサイルの導入の可能性から将来はその役割は著しく変るであろう。潜

水艦の大きな本質的利点はそれが見えないことであり、その点では依然他種兵力に覆んでおり、この不可視に打ち勝つことが依然として対潜手段の主要関心事である。然し潜水艦の細かい性質はその用法及び種類によつて決められなければならない。

最も公算の多い敵の潜水艦使用法は、存在すべき全般的戦術戦略情勢を先づ決定しなければ、これに十分な推測を下すことは困難である。我々は先づ、誰が誰と戦い、双方がどんな基地と施設を持ち、どのような補給線、その他が潜水艦による攻撃に直面しているかを決めなければならない。然し此のような完全な問題の設定は、この論述の範囲外ではあるが我々はおも、全般的な面から若干の予測を下すことはできる。

先づ最初に第二次大戦において高度の威力を発揮した潜水艦戦術が、将来も再び試みられるであろうと予測することは妥当なことである。特に我が戦略が商船に依存する限り、敵が潜水艦を商船攻撃に使用することは今一度繰返される算が大きい。大戦争が起れば、我々は米國大陸外の基地へ補給したり、戦争遂行に必要な物資を輸入したりするために船舶を使用しなければならないから、此のようなことは必然である。若し敵が、我が船舶の破壊を必要としないような迅速且つ圧倒的勝利を予期しない限り、商船に対する潜水艦戦の重要性を無視することはないであろう。

第二次大戦末期における発展も此の見解を支持している。1943年以後設計され建造されたドイツの新型Uボートも、それ以前と同じ目的たる商船攻撃を意図したものであつて、何等の大きな変化も考えられておらず、Uボートの速力の増加により航空機に対する安全を期するため潜航行動する場合でも、その戦術的利益を挽回して船団に対し有効な攻撃を続行させ得ることが望まれていた。

潜水艦を対艦船作戦に使用することは魚雷を主兵器とすることを意味する。然し新しい研究の結果V爆弾型のガイドドミサイルのような新兵器を潜水艦から発射することも提唱されている。若しこのようなミサイルが原子核爆発物を持つように設計されたら、比較的小型である潜水艦が現在の戦艦や航空母艦の持ち得る何倍もの破壊力のある兵器を持ち得ることになり、それを現在の砲弾や爆弾に匹敵する精度で発射できるようになるであろう。潜水艦は殆ど不可視の兵力であるから、此の種の発達は極めて大きな威力を持つであろう。

将来考え得る型の潜水艦作戦の詳細に亘る評価は、此の論述の範囲の外であるし、どの途行い得ない。それには先づ使用さるべき艦艇航空機及び兵器の基本的能力を、あり得る凡ゆる進歩改善を含めて決定することが必要で、これが為されなければ戦術的評価に着手し得ない。

然しながら、将来の発展と雖も潜水艦の有する大特典たる比較的不可視性を抹殺することはできないであろう。同時に又潜水艦の攻撃力は増大するであろう。従つて我々は将来の如何なる海軍の戦争においても潜水艦戦と対潜戦は、その極めて重要な局面をなすであろうとの結論を下すことが安全である。

附 録

Uボートに対する連合国攻撃成果の判定と降伏によつて明かになった
成果との符合

第一次大戦が終つた時、実際に沈没したUボートの数が判定表による推定沈没数よりも少なかつたことが判つた。第二次大戦勃発時判定方針をもつと实际的にすることが企図され、判定を「撃沈」(A)と「撃沈したらしい」(B)とに確定するため更に納得のゆく証拠が要求された。

イタリーの降伏によつて休戦までに基地に帰投しなかつたイタリーUボートの一覧表が発表されたので之を連合国側のUボートに加えたと思われる攻撃成果の判定と比較したところ、非常によく符合していた。即ち判定によればAが72、Bが7、計79隻のイタリーUボートを撃沈又は撃沈したらしいことになつていたが、トラントの一覧表によれば80隻が失われたと記録されていた。更に情報によつて休戦前に沈没艦の中67隻の艦名が判つていたが、その艦名は全部チエツクされた。

ドイツの降伏によつて喪失したUボートの艦長名と沈没年月日と位置とを附記した表が入手できた。判定A、Bとドイツ側の表による喪失数の比較は下表の通りである。

連合国側判定とドイツ側喪失表*との比較表

	A	B	計	ドイツ側喪失表
第1期 39年9月—40年6月	24	0	24	24
第2期 40年7月—41年3月	13	7	20	13
第3期 41年4月—41年12月	26	1	27	27
第4期 42年1月—42年9月	27	23	50	50
第5期 42年10月—43年6月	79	49	128	144
第6期 43年7月—44年5月	117	79	196	206
第7期 44年6月—45年5月	105	54	159	179
計 38年9月—45年5月	391	213	604	643

*之等データは、対独勝利の日に得られた資料に基づくものである。最後の期間に対する完全な資料は連合国側にも、ドイツ側にもなかつたので、この数値は、数ヶ月後に得られた。更に完全な記録に基づいた第8章の数値とは細部において一致しない点がある。然し連合国側とドイツ側の推定とが符合していることは、第二次大戦中に行われた判定の全体的正確さを証するものである。

ドイツが外海における連合国との戦闘の結果、判定A及びBの合計数以上を失つたことは明かである。機雷又は普通海難による喪失は連合国には判らないことが予想できる。判定A及びBの合計がドイツ側の喪失表を上廻つているのは1つの期間だけであつて、この1940年7月から41年3月までの期間に判定Bが7隻あるが、之は情報によつて沈没したことを報じているが、沈没を確認はしていなかつた。判定Bの中で実際の沈没に対応するもののパーセンテージは疑わしいが、実際に沈没しなかつた件数は、実際には沈没したがそれを信じなかつた低目の判定と相殺している。

日本Uボートに対する攻撃の調査によると判定Aが38、Bが62、合計100隻になつているのに対

HP『海軍砲術学校』公開史料

し、日本側の表によると喪失の合計は123隻である。但しその中2隻は触雷によるもの、2隻は坐礁によるものである。之はイタリーやドイツの場合程よく符合していないが、情報の入手が極めて困難であつたことを考え併せれば、満足な結果である。枢軸3国の喪失に対する判定A及びBは下表の通りで、著しい差異が見られる。

	A	B	計	敵側による喪失数
イタリー	72	7	79	80
ドイツ	391	213	604	643
日本	<u>78</u>	<u>62</u>	<u>100</u>	<u>123</u>
計	501	283	783	846

判定AのBに対する比はイタリーが極めて高く、ドイツが中位で日本が低い。此の関係は少くとも下の3つの要素によるものと思われる。

1. イタリーは容易に戦いを放棄して浮上降伏して沈没の証拠を残すのに対して、日本は勝負がついても浮上することが殆どなかつた。
2. ヨーロッパの情報源は日本に対するよりも資料の入手が容易であつた。
3. 太平洋の対潜部隊は、他の艦隊任務のため、沈没地点附近に留まつて証拠を捜索する機会が多くなかつた。

第二次大戦の全描写によつて、枢軸側Uボートに与えた攻撃成果の判定AとBの合計は実際の喪失数に近く実用に適するとの結論を出し得る。然し判定Bを個々のUボートの喪失と関連させることは常に成功するとは限らず、特定の判定Bを以つてUボート1隻の撃沈の証拠とすることは疑問であることを示している。