

3. 世界における大陸棚周辺の湧昇流と生物生産性について

奈 須 敬 二 (遠洋水産研究所)

湧昇流が発達する要因は種々あるが、概して大陸棚周辺の場合は卓越風と考えられる。

一般に、海が非常に深く、そして風の影響が海底まで及ばないような場合を考えると、風によって生ずる表面流は風下方向に向かって、北(南)半球では右(左)に45度偏っている。

一般に大洋の東側において赤道へ向かい、陸岸に平行した風系を有する場合に生ずる吹送流の流向は、北(南)半球では陸岸から右(左)側へ偏向するため、いづれも離岸流となる。

したがって、大陸沿岸における表層で沖合へ向かう流れが生じると、補流として下層から湧昇流が発達することになる(第1図)。

もっとも、風向と吹送流の偏向角は地球自転偏向力にも起因しているため緯度により異なり、さらに大陸沿いの吹送流では、深さが比較的浅いため、必ずしも理論値とは一致しない。

また、大陸沿いでは比較的浅い層から湧昇流が形成されており、そして湧昇した水塊とその上層に分布している水塊との間に形成された温度躍層は、生物の分布密度に影響を与えているようである。

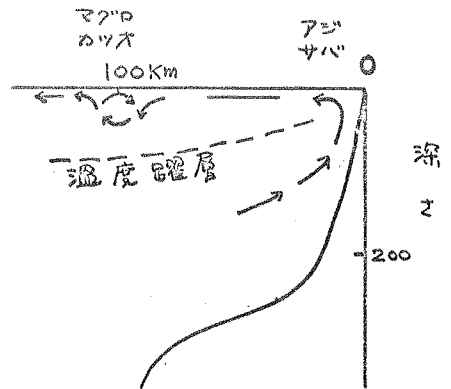
例えば、ペルー沖の湧昇域で実施した魚群探知器の調査により、温度躍層の上部にアンチョベーターの濃密な分布域が確認されている(第2図)。

次に、大陸沿岸で湧昇した水塊が沖合へ向かって拡散する範囲は明らかではないが、沿岸からほゞ100Km程度沖合に形成された収束と発散現象域が、湧昇水塊と沖合水塊との境界域となっている(Cushing 1969)。そして、沿岸寄りの湧昇域はイワシ、アンチョベーター、サバなどの漁場となっており、さらに沖合の境界域はカツオ、マグロなどの漁場が形成されている(第2図)。

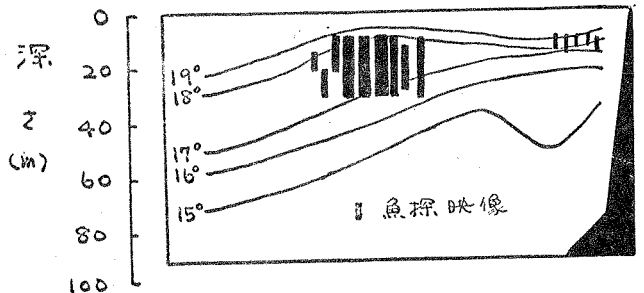
大陸沿いに形成される風成湧昇流の顕著な海域としては、インド洋のソマリー沖があげられ、同海域の湧昇現象については近年明らかにされたため、ここにその概要を述べておこう。

アデン湾の湧昇流について

インド洋における表面流は、季節風に起因して大きく変化しているために、この海



第1図 大陸棚周辺における湧昇流の模式図 (Cushing 1969 の図に追加)



第2図 ペルー沖の温度躍層と魚探映像 (Flores and Elias 1967)

域の海洋構造を明らかにするには、まず風系について述べる必要がある。

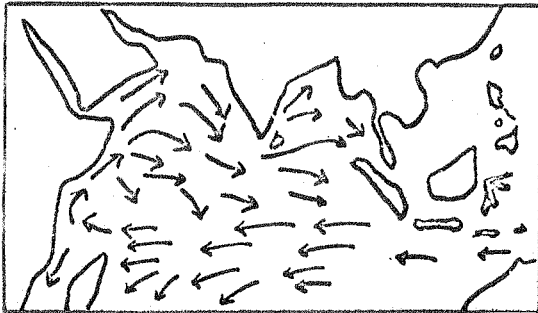
インド洋では、一般に冬期(北半球)に北東季節風、夏期(北半球)に南西季節風が卓越している。すなわち、11~3月にほぼ南緯10度以北海域に卓越する北東季節風は1月にもっとも顕著となり、ソマリー沿岸沖一帯における平均風力はビューフォート階級4以上にも達する。

4月には卓越風向の変換期に当たり、この海域では南西季節風が吹き始める。その季節風は5~9月に卓越し、そして7月にもっとも発達し、ソマリー沿岸沖およびアラビア沿岸で風力7以上に達している。

10月に南西季節風が弱まり始めると同時に北寄りの風が吹き始め、冬期間における北東季節風の時期となり、1月にもっとも発達する。

インド洋北部海域の海流は、以上のような風系の影響を大きく受けており、同海域の主な海流は夏期における南西季節風海流(Southwest Monsoon Drift)、冬期は北東季節風海流

(Northeast Monsoon Drift)と呼ばれている(第3図、第4図)。



第3図 インド洋7月における表面流



第4図 インド洋1月における表面流

11~3月に卓越する北東季節風期には、第4図に示されているようにソマリー沖では南下流が形成され、その流速は12~2月に安定し約2ノットに達しているが、夏期に比較して小さい。

北部ソマリー沿岸では4月に南西季節風が吹き始めるが、まず3月初めに弱い北東流が北緯6度以北海域に、流速1.5ノット程度の北向き沿岸流が形成されている。そして、夏期へ向かうにしたがってその流速は大きくなり、7月には最大平均5ノット以上(最大流速7ノットが実測され、世界最大値を記録している)に達していて、そのソマリー海流は夏期を中心として4~10月に至る約7ヶ月間形成されている。

アラビア沖では、10~3月の北東季節風期の流速は小さいが、4月以降の南西季節風期には北東および東へ向かう流れが1ノット程度の流速で存在し、そしてアラビア南西沖に湧昇流が形成されている。

南西季節風期間における湧昇流は、オリッサ(Orissa: ベンガル湾の北西部に面している)沿岸にも形成されており、その範囲は全沿岸に沿い距岸200Kmに達している。

12~2月には、アンダマン海域のビルマ沿岸域にも湧昇流が形成され、またシャム湾内にも8月西岸に、そして10月および1月北東岸域、さらに北緯12度、東経110度周辺では周年形成され

ている。なお、ジャワおよび北西オーストラリア沖にも水温分布から湧昇流が認められている。

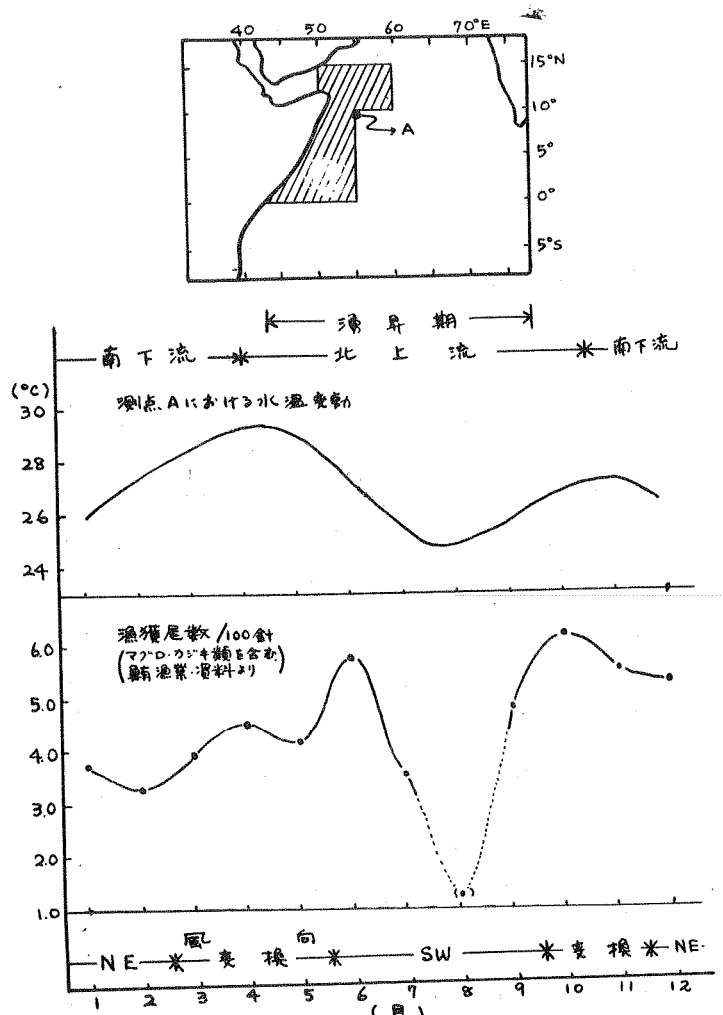
ソマリー沖の湧昇流がもっとも発達する6~8月における表面リン酸塩量は、冬期の $0.25 \mu\text{g at}/\theta$ に対し $1.0 \mu\text{g at}/\theta$ 以上となり、またアラビア沿岸域において $1.0 \mu\text{g at}/\theta$ 以上の高い値を示している。

さらに、ソマリー沖および南アラビア沖におけるケイ酸塩も冬期の $5 \mu\text{g at}/\theta$ 以下の値に対して、夏期には $10 \mu\text{g at}/\theta$ 以上を示している。このような値からも明らかなように、南西季節風の卓越期にはアラビア海西部、とくに 8°N 以北のソマリー沿岸および南アラビア沿岸域の栄養塩類は増大している。

なお、同海域において湧昇流がもっとも発達する8月に、マグロ・カジキ類を含む釣獲率ももっとも低下する傾向がみられている。(第5図)。その原因については目下研究中であるが、高生産力となる湧昇域では、その海洋構造が逆に魚を分散させるような場合がある。

例えば、第6図に示したインドのコーチン(Cochin)沖における水温・塩分量・溶存酸素量の季節変化から、湧昇流は南西季節風の卓越する6月以降に発達していることがわかる。そして、その期間に $0.25\text{ml}/\theta$ (酸素飽和度5%以下)以下の溶存酸素量に乏しい湧昇水塊が底層付近に分布するため、底棲動物の分布に影響を与えている。

すなわち、これらの動物は海底から2~3m付近の水塊が、無酸素状態となる前に移動を始めるようである。従って、湧昇流が卓越する季節になると、深層の無酸素水塊が浮上して来るため、底魚・ブラウン等を対象としたトロール漁業には悪条件となって来る。しかし、湧昇流の発達に起因して高生産力となっているこのような海域では、季節風に対応した海洋構造把握の上、生物分布の調査を実施す

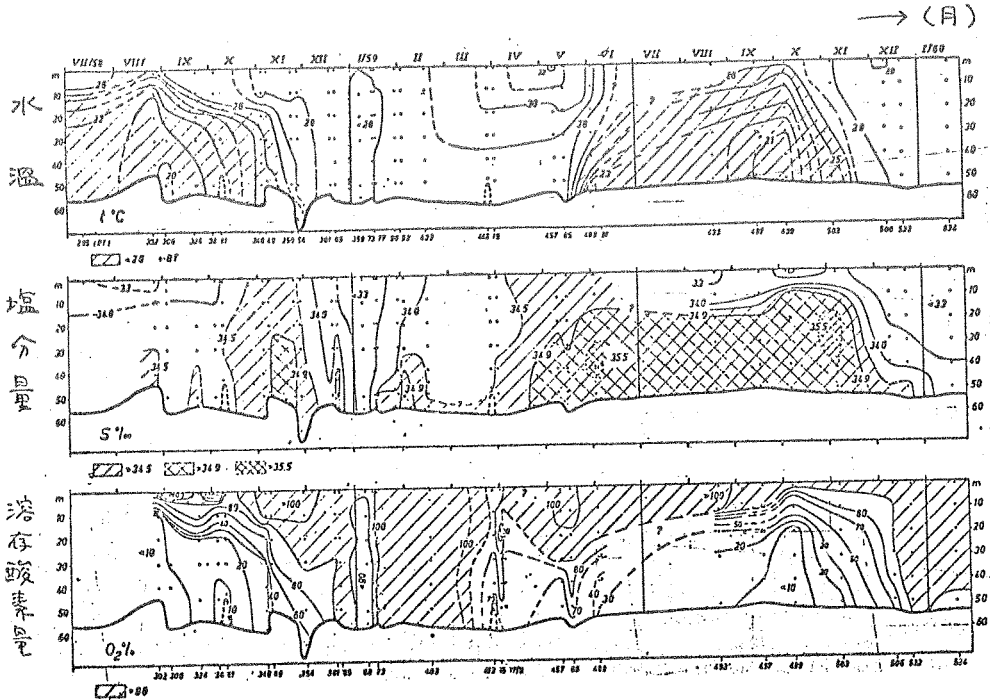


第5図 ソマリー沖における湧昇流の消長と釣獲率の関係
上：斜線は、釣獲率に用いた海域を示す。
下：()は資料数の少ないことを意味し、その前後は破線を用いた。

る必要がある。

また、同じくアデン湾で得られたトロール操業による資料 (Banse 1968) によれば、底魚の漁獲量は底層水温とは特に関係は認められないが、底層における溶存酸素量が $2\text{ m l} / \ell$ 以下では漁獲量の低下が顕著となっている。

従って、底魚類の開発調査では底層における溶存酸素量 $2\text{ m l} / \ell$ が、漁場成立基準の参考とならう (勿論、魚類による相違は考慮する必要がある)。



第6図 インドコーチン沖における水温・塩分量・溶存酸素量の季節変化 (Banse 1967)

なお、酸素必要量は魚の運動量により当然異なって来るものと考えられる。例えば、底棲魚であるマダイの酸素致死量は $0.2\text{ m l} / \ell$ 程度、表層魚であるサケ・マス類は $3.0\text{ m l} / \ell$ 程度 (田村, 1949) と報告されている。

アフリカ北西岸の湧昇流

最近の調査によりアフリカ西岸域、とくに熱帯域の生産力に関する若干の情報が得られ、今後の開発域の一つとして注目されている。

アフリカ北西岸沖における湧昇流は、海域・季節により変化しているが、ほぼ周年形成されており、それら湧昇流域および季節による湧昇流の規模は、Cushing (1969) により第1表のようにまとめられている。

第1表 アフリカ西岸における湧昇流 (Cushing 1969)

海 域	時 期 (月)	長さ (Km)	巾 (Km)	面積 (km^2)
カサブランカ～カナリー	4,5,6,7,8,9	1,000	150	150×10^3
カナリー～ケープブランコ	"	1,020	300	306×10^3
ケープブランコ～ダカール	10,11,12,1,2,3,4	700	150	105×10^3
ダカール～フリータウン	10,11,12,1,2	800	50	40×10^3
ヴィゴ～ケープセントビンセント	6,7,8,9,10	600	150	90×10^3

第1表から、アフリカ北西岸における湧昇流の規模は、カナリーからケープブランコに至るリオ・デ・オロ沖でもっとも大きいことが分かる。

そして、各海域における生産力は湧昇流の季節的消長により変化している。すなわち、基礎生産力は冬期ダカール沖でもっとも高く $5.2 \text{ gC}/\text{m}^3/\text{day}$ 、タコラディ海域で $2.7 \text{ gC}/\text{m}^3/\text{day}$ を示しているが、夏期では比較的安く前記両海域における最低値は $0.2 \sim 0.4 \text{ gC}/\text{m}^3/\text{day}$ となっている (報告者の列記省略)。

そして、Cushing (1969) は湧昇流の期間および規模に関する海洋学的資料を考慮して、第1表に示した湧昇域における年間基礎生産量を第2表のように推算している。

第2表 第1表に示された湧昇域の年間基礎生産量 (Cushing 1969)

海 域	基礎生産量 ($\times 10^6 \text{ tons C/year}$)
カサブランカ～カナリー	(12,83)
カナリー～ケープブランコ	(31,40)
ケープブランコ～ダカール	12,19
ダカール～フリータウン	3,48

第1表および第2表から明らかなように、カナリー～ケープブランコ海域でもっとも基礎生産力が高くなっており、これら湧昇域の動物性プランクトン量は平均 350 mg と推定されている。さらに、ガーナ沖におけるプランクトン量の年変動が湧昇流の季節的消長に関係していることから (Idensan 1966)、当然上記湧昇域においても生産力に季節変動があるものと考えられる。

なお、一般にギニア海域の陸棚上では動物性プランクトン量が高く、とくにコンゴ河河口沖で高くなっている。また、この海域における動・植物性プランクトン量は、アビジャン沖における湧昇流が9月 (発達期間7～9月) にもっとも発達することから、9月に最大になるものと考えられており

(Longhurst 1962)、そしてギニア湾における湧昇流は赤道潜流に起因している (Schemainda 1965)。

このように湧昇流域は、栄養塩類に富む下層水が生産層にまで達するため、高生産力海域が形成される。

そこで、第7図に世界の主として大陸棚周辺に形成される湧昇域を示した。この図から明らかなように、新漁場の開発には湧昇域の海洋環境と並行した漁場調査が必要となる。

引用文献

- 1) Cushing, D. H. (1969): Upwelling and fish production. FAO Fish. Techni. Paper, № 84.
- 2) Banse, K (1967): Hydrography of the Arabian Sea Shelf of India and Pakistan and effects on demersal fish. Deep-Sea Res., vol. 15.
- 3) Longhurst, A. R. (1962): A review of the oceanography of the Gulf of Guinea. Bull. Inst. fr. Afr. noire, 24(3).
- 4) Schemainda, R. (1965): Meereskundliche Verhältnisse der Fischereigebiete vor der Westküste Afrikas. Fischerei-Forschung, vol. 3, n°1.
- 5) 田村 正 (1949): 外圍の変化が魚類に及ぼす影響、第9報—環境水の溶解酸素量が魚類の酸素消費量に及ぼす影響、水、学、雑、54.