

日韓トンネル工事計画に関わる海域 および陸域の環境に関する調査研究(1)

竹下健次郎*
斉藤 一生**

1. まえがき

日韓トンネルは、想定の一案としては、韓国の馬山-釜山の間地点に開口し、巨済島、対馬、杓岐を経て九州北部沿岸開口とされている。勿論、着工実現の暁には工事に必要な海況、海底の地質調査、測量、試験掘削、および竣工開業が周辺に及ぼす社会的・経済的インパクトや車公害等による環境問題等について考察する必要がある。

しかしここでは、この工事のための事前調査、竣工後の環境影響評価に資する意味をこめて、想定ルートに関わりのある自然環境として、対馬暖流に関わる海域の海況、対馬・杓岐・福岡市・唐津市とその周辺の自然条件、およびそれぞれの社会環境についての調査を行った。

対馬暖流域は、周辺の海洋産業や関係地域住民の生活・経済に大きく関わっていることは言うまでもない。

また、海洋地勢学的にも南は台湾北方から、東シナ海、黄海ともその海象を絡ませながら日本海へ抜ける広大な関わりをもつため、すこし視点を広げ、そのなりたち、経路、変化の態様を見てみたい。トンネルは海底を通るとはいえ、工事調査の時点や開口後の社会へのインパクトの色々な波及効果を考えると、その意味は決して小さくはな

*九州産業大学教授

** (財)九州環境管理協会嘱託

い。

社会環境については、現時点における各都市および島内の状況を調査したが、トンネル着工もまだ想定の域を出ないまま、一見して無意味には見えるが、すべてこの種のプロジェクトがそうであるように、こうした調査が、これからの折々の論議の叩き台の役割を果せるのではないかと考えられる。

2. 対馬暖流域の環境

2.1 概要¹⁾

海上保安庁水路部発行の海図によれば、長崎県杓岐と対馬の海峡を対馬海峡東水道とし、対馬と韓国との間の海峡を対馬海峡西水道としている。一般には、東水道を対馬海峡、西水道を朝鮮海峡と呼んでいる。東水道は幅約50kmの水域で、対馬暖流が北上している主路であり、水深は50~100mである。この水域は下関-比田勝間、博多-厳原間に定期航路があり、イカ漁業の盛んなところである。西水道の幅は対馬北端と釜山の間が約40km、この水域を北上する対馬暖流の勢いは強く、3ノットの速度がある。

日韓トンネルと対馬暖流のかかわりの水域の概要は以上のとおりで、その詳細については後述するが、まず対馬暖流の概略について述べる。

対馬暖流とは、対馬海峡を経て、本州および北

海道西岸沖の日本海を北上して流れる黒潮系の暖流をいう。東シナ海を北東に流れる黒潮は屋久島西方で2つに分かれ、その一部は九州西岸沖を北上し、その大部分は対馬海峡を経て対馬暖流となるが、一部は五島列島付近で西に向きを変え、済州島南岸をかすめて黄海に注ぐ黄海暖流となる。

対馬海峡東水道を通過した海流は、本州と隠岐島諸島の間を通り、陸岸沿いに北上する。一方、対馬海峡の両水道を通過した海流は韓国東岸に沿い、沿岸水との混合を起こしながら北上し、鬱陵(ウツリョウ)島付近にまで達するが、そこから東方向に転回し、南北に非常に大きな振幅をもつ蛇行をして能登半島の北方に達し、前の東水道からのものと合流する。秋田県沖を北上した対馬暖流の大部分は、津軽海峡東口から三陸北部海岸に暖流水域を形成する。またその一部は、北海道西岸沖を北上し、宗谷海峡を経てオホーツク海に入り、さらに残りの一部はサハリン西岸まで達する。

流速は、主流部で毎秒50cm、黒潮域に比べて弱い。表面の水温は南北に大きな差があるが、能登半島北方で夏期約25℃、冬期約9℃である。対馬海流は気候、漁業など種々の面で日本海沿岸地方に影響を及ぼし、冬季に日本海沿岸地方にもたらず雪は、北西季節風が温暖な対馬海峡を渡る間に、多量の蒸発が起ることにより生ずるものである。

2.2 対馬暖流域の海況特性²⁾³⁾

対馬暖流について考える場合、南はフィリピンや台湾付近から日本列島の両側を北東に進む広大な範囲となるが、ここでは日韓トンネルに関わる範囲に的を絞る、九州西方より対馬海峡、朝鮮海峡を経て日本海に入り、さらに北上して北海道西方から宗谷にいたる範囲をみることにする。

対馬暖流のルートとも言うべき黒潮の流路をくわしく追ってみると、台湾沖で北へ折れた流れは、まず八重山諸島と台湾を東西の門柱とする第1の門をくぐり東シナ海に入り、東シナ海を円弧を描きながら北上する。このときの円弧は、薩南諸島と沖縄諸島とで形成する円弧とは2点でしか交わらない。したがって、黒潮はこれらの諸島をさけて流れている。黒潮のまったただ中にある島としては、八重山諸島や与那国島はその数少ない例である。

2つの円弧が交わる交点の1つが奄美大島と屋久島を南側と北側の門とする第2の門とすることができる。黒潮はこの第2の門をくぐる直前に北に向けて枝を出しているが、これが対馬暖流である。ちなみに、第2の門をくぐった黒潮は、ふたたび太平洋に出て北東に進み、潮ノ岬沖でもっとも日本本土に近づいたのち、やや東に向きを変え、八丈島と三宅島を南北の門柱とする第3の門をくぐって日本を去る。第3の門をくぐったあと、黒潮は黒みがかかった奔流となり「黒潮川」という呼称をもつことになる。

前述のとおり、東シナ海で黒潮から分かれた海流が対馬暖流である。この海流はのちに日本海に入り、裏日本海岸沿いに北上する。しかし、この流れは、対馬暖流の黒潮の性質を失わず、高温で密度が小さいため、日本海の表面に拡がる傾向を示す。黒潮に比べて透明度はやや小さいが、黒潮特有の黒みを著しく失っているためコバルト色である。これは、中国大陸、韓半島、日本列島から供給される淡水が熱帯系の黒い海水にまじり込むためにおこる現象である。

対馬海流は津軽海峡や宗谷海峡から太平洋やオホーツク海へ枝を出しながら、樺太西海にまで達する。津軽海峡を東進した対馬暖流の枝は南下する潮流におされて南へ折れる。

対馬暖流の本命は日本海に関連づけられる。前述のとおり、日本海は、南は対馬海峡、津軽海峡、宗谷海峡および間宮海峡を通じてほかの海と結びつく。海底地形の大きさも様々であるが、全体的には深い海盆の形をなす。資料によれば、最深部は3,610m、平均深度は1,350mである。これと比べると、海峡はいずれも浅く、対馬海峡と津軽海峡に200mを越える深みが一部にみられる程度で、間宮海峡は20m以浅で、浅い所は4mぐらいのところもある。全体として半閉鎖的海で地中海に似る。こうした条件は日本海に独得の海洋構造をもたらす、同じ対馬暖流域といっても東シナ海の暖流域とは著しく性格を異にする。

日本海の海流は対馬暖流系とリマン系からなり、さらに対馬暖流系は第Ⅰ分枝、第Ⅱ分枝、第Ⅲ分枝よりなる。また、リマン海流系はリマン海流・沿海州海流・北鮮海流に分けられる。

図-1は各海流と水塊分布を夏季を例にした模式図である。対馬を境にして東側と西側から2つ

に分かれて日本海に流れこむ。第Ⅰ分枝は、東水道から流入した流れが、本州西岸沿いに北東に流れ、その大部分は津軽海峡を経て津軽暖流として太平洋側に抜ける。残余は北海道西岸を北上し、一部は宗谷海峡から宗谷暖流となってオホーツク海へ、他は西樺太沖を北に流れながら徐々に暖流としての性格を失う。



図一 日本海の夏季における海水の流動と水塊配置
(長沼, 1972)

対馬西水道から流入した第Ⅱ分枝は、隠岐諸島を通して大和海嶺南部に達し、大きく蛇行しながら北東に進み、男鹿半島沖合で第Ⅰ分枝と合流するとみられる。したがって、この流れの大部分は、以後第Ⅰ分枝と同じように、一部は津軽、宗谷両海峡から太平洋に、また残りは北海道西方で方向を西に転じ、沿海州海流を補強するといわれている。

第Ⅲ分枝は対馬西水道から日本海に流入した第Ⅱ分枝から分かれたもので、沖合分枝、または東朝鮮流と呼ばれている。この分枝は韓国東岸に沿って北上し、先年問題となった竹島近くの鬱陵(ウツリョウ)島付近で東に向きを転じ、大和海嶺付近を経て、入道崎沖あたりで第Ⅱ分枝に合流する。第Ⅲ分枝の北側には低温低塩のリマン寒流系水があり、分枝流との間に極前線というきわだった前線、つまり潮境が形成されている。前線

に沿ってこの分枝の流れはかなり発達しているとみられる。

リマン寒流系は、前述のように、リマン海流・沿海州海流・北鮮海流に区分される。これらの海流は間宮海峡から沿海州岸を経て韓半島東岸まで連続したものとみなされ、一括してリマン海流と呼んだこともある。しかし、海域によって流れの態様が違い、環流が形成されていることなどが明らかにされて、それ以後は現在のように3つの海流に区分されている。リマン海流は間宮海峡の南から始まり、シベリア大陸沿岸に沿って南下し、徐々に向きを東に変え、樺太西方海域で環流状の形をとりながら流れる。

対馬暖流は日本海を北上する過程で蒸発、沿岸水の影響、冷却、対流混合などによって次第に変質し、前述したように、一部は北海道の西方で反転し、沿海州の沖合に接近していく間に冷却や希釈をうけて暖流の性質を失うのである。

対馬暖流については、3分枝説にもとづいて述べたが、このほかに、蛇行型や2分枝型の説もある。これらは今もお論議されているが、どの説が是か非かではなく、海流の推定は主として、水温や塩分分布の特徴にもとづくものであり、解釈の相違によりそれぞれの説がなされているものと思われる。季節や海水の流動状態および気象・海底地形などの諸要因が重なり、それぞれの流れや2つの型の組合せにより種々のパターンが形成されるものと考えられる。

日本海の場合、暖・冷水域の存在と鉛直方向の海層の重なりが無視出来ない。前出の図一にもみられるように、暖・冷水域が各所に分布している。暖・冷水域の発生とか消長のメカニズムやプロセスはまだ十分に解明されていないが、対馬暖流の蛇行と海底地形が相乗のうえ、形成されているようであり、暖流の蛇行に伴って強流帯の南側に暖水域、北側に冷水域が存在する。規模の大小はあるが、毎年ほぼ同じ海域に形成されることが多いので、その分布する場所名を冠して呼んでいる。例えば、島根沖冷水域、鬱陵(ウツリョウ)島暖水域などである。水塊分析の結果から暖・冷水域は別の水塊が水平方向に移動してできたものではなく、暖水域では表層水の沈降、冷水域では中層水の湧昇によるものらしい。したがって、暖・冷水ともそれぞれ決った水

温を保っているのではなく、周囲の水より暖水域では高く、冷水域で低いという相対関係のものである。しかし、暖・冷水域の規模、持続期間は表層回遊性魚類の回遊経路や滞留などを決定づける大きな要因となっているので、それらの消長は極めて重要である。

終りに、日本海の鉛直水理構造について触れておく。大別すると表層水と深層水に分けられる。暖流域と寒流域の表層では海水の性質が異なるので、表層の水はさらに細かく類別される。

成層の顕著な夏季の鉛直水理構造についてみると、暖流域の表層は高温または低温の水が数10m足らずの厚さで表層を薄く覆っている。それより深の100~300m付近に暖流中層水が分布している。暖流中層水の下方から底層にかけては、日本海固有水が中間水、深層水、底層水の順に重なっている。一方、寒流域では中層水を欠いて表層水から直ちに日本海固有水となっている。暖流系中層水は高温高塩で、塩分がもっとも高い。寒流系表層水は低温低塩である。日本海固有水は日本海全体の海水量の約90%を占めるといわれる。この水塊の水温・塩分は年間を通してほとんど変化がなく、水温は0.0~0.5°C、塩分は34.0~34.1‰、溶存酸素は0.5~5.5ml/lである。深層においても酸素量が多いのは日本海のきわだった特徴でもあり、日本海固有水の生成過程を暗示している。

日本海は対馬暖流が流入して暖かい海との見方があるが、日本海全体からみれば、それは表層に限られたもので、250~300m以深になると1°C以下の水が散見される。日本海固有水はさしずめ超大型の天然の冷蔵庫の中間様であり、対馬暖流は外側の防熱材という格好となっている。表層から300m足らずの深さに1°C以下の冷水が存在することは、暖かい表層水とのエネルギー変換には都合がよく、将来はこの上下の海水温度差を利用した電源開発も想定できる。要するに、対馬暖流は日本海の家況を大きく左右する。新潟など日本海側の世界でも有数の豪雪の要因の大半も対馬暖流に原因している。なお、冬季に襲来するシベリヤ寒気団の緩和作用をしているのも対馬暖流である。

2.3 海流と水塊分布および黒潮²⁾

東シナ海の構成は、台湾、フィリピン付近から

東北方向に流れる黒潮系水と、中国大陸沿岸水と、中国大陸と韓半島間に介在する黄海中央底層冷水の3つが主役とみなされる。

東シナ海の黒潮については一部前にも触れたが、詳細にそのプロセスを追えば次のとおりである。

台湾の東側を北上した黒潮は西表島一与那国島一台湾北端を結んだ間を通して東シナ海に入ることには前にも触れた。流入した黒潮は尖閣諸島の魚釣島から赤尾島にかけて東方に向う。また、流れが東方に方向変換する魚釣島辺りで一部北に向けての分流を生ずる。主流はかくて奄美大島から徐々に大陸棚を離れ、トカラ海峡を経て太平洋に出る。

東シナ海における黒潮主流路は、長崎海洋気象台の観測によれば、変動幅は20~30マイル程度とされ、太平洋側における蛇行などはない。

東シナ海の黒潮の流速は大陸斜面部の表層付近で、75~100cm/s、最大150cm/s前後である。トカラ海峡付近ではこれよりやや速い。黒潮の強流帯(50cm/s以上)の幅でみると、20~50マイルの範囲で変化しているが、平均的な幅は30マイル位である。なお、琉球列島沿いには、南下流(反流)が形成されることが多い。流速は50cm/s以下であるが、時にはそれ以上の強い流れが観測されることがある。

図-2に沖縄北西方海域における1978年の四季別の流速分布を示す。斜影の部分は反流で、観測点1~2'付近の反流は琉球列島沿いの南下流である。

次に東シナ海の黒潮の流量について調べてみる。図-3は長崎海洋気象台観測による沖縄北西方を通過する黒潮流量の1955~1981年の推移を示したものである。

15~30×10⁶m³/sの間の変動がみられるが、平均流量は21.4×10⁶m³/sである。曲線は年平均値で、変動傾向から数年おきの周期らしきものもみられるが定かではない。流量は前に述べたように観測された水温・塩分資料にもとづいたものであり、また、ある深さで流速が0(無流面)と仮定して計算されるものであるから、東シナ海のように大陸斜面部に沿って流れる流量の計算では無流面の採用は、せいぜい700mの深さである。したがって、計算で得られた値より実際の流量は多少

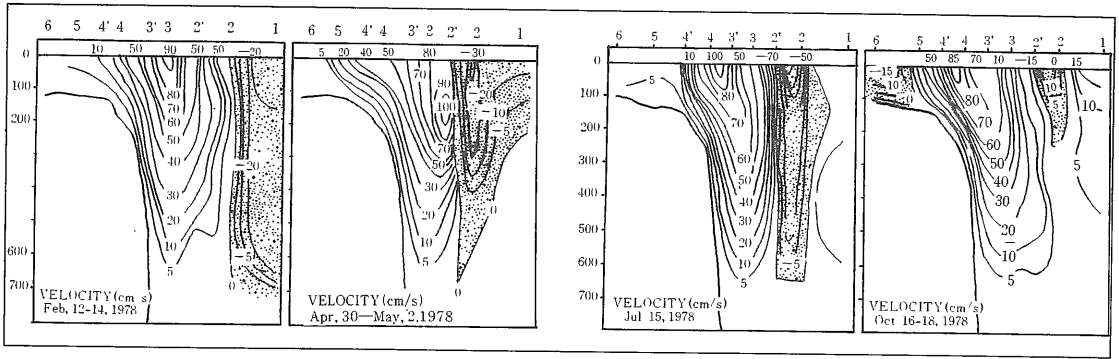


図-2 沖縄北西海域における黒潮の流速分布

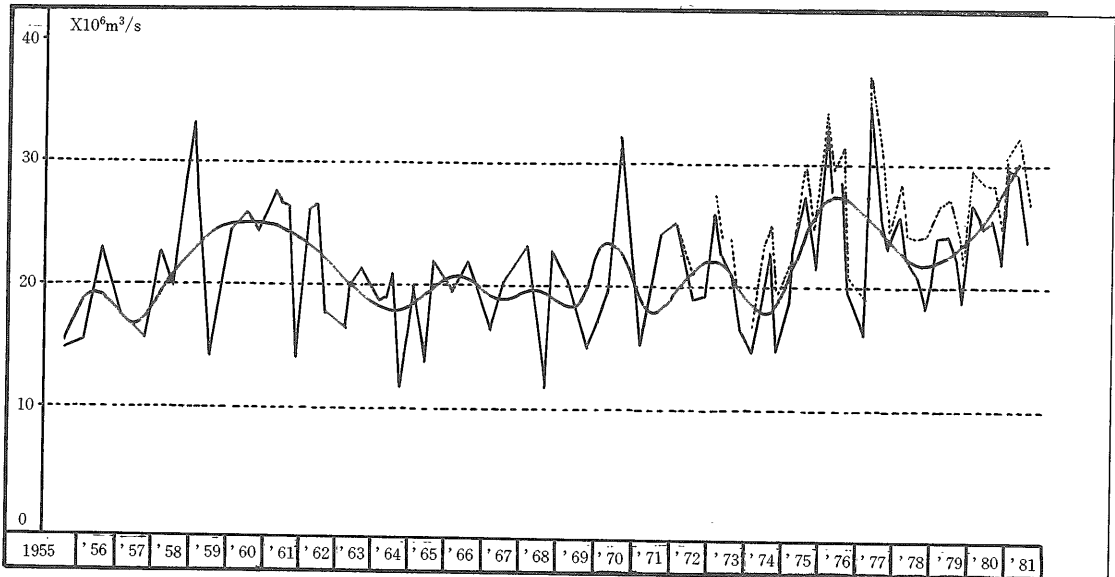


図-3 東シナ海（沖縄北西方）における黒潮の流量変動

多くなると考えられる。同図の中で1972年以降、点線で示している部分は、再計算による流量である。

つぎに、黒潮流域における鉛直的な水理構造を水温・塩分・溶存酸素量の鉛直分布について記述する。

図-4、図-5は沖縄北西方の断面の冬季と夏季の水温・塩分の鉛直分布をそれぞれ示したものであり、図-6は同じく溶存酸素量の鉛直分布図を示したものである。

冬季には表層からの冷却と海水の上下混合が活発で、表層から150m深付近までは、水温・塩分ともに鉛直方向にほぼ均一な水が形成される。黒潮域の表層均一層の水温は、21~23℃台である。200m深で20℃前後で、それより以深では深さと共に低温となり、700~900m深で5~7℃台であ

る。一方、塩分は黒潮主流域の200m以浅では34.8‰台で最も高い。水温と同様に深さとともに低塩になるが、大陸斜面部で500mの深さ、沖合で700m台以深になると僅かに塩分が高くなる。塩分のもっとも低い値が出現する層を塩分極小層という。塩分極小層は夏季（前出、図-4）でもわかるように、季節に関係なく、周年を通してほぼ同じ深みの部分に形成されている。溶存酸素量も深さとともに減少し、800~900m深で2ml/l前後である。また、溶存酸素量にも極小層がある。極小層の酸素量は1.8ml/l前後で、その深さは1,100m辺りである。沖縄舟状海盆はそれほど深くないので、東シナ海では酸素極小層が形成されている海域は少ない。

夏季においては、表層付近の水温が30℃を越えることも珍しくない。暖候期の春先から夏季にか

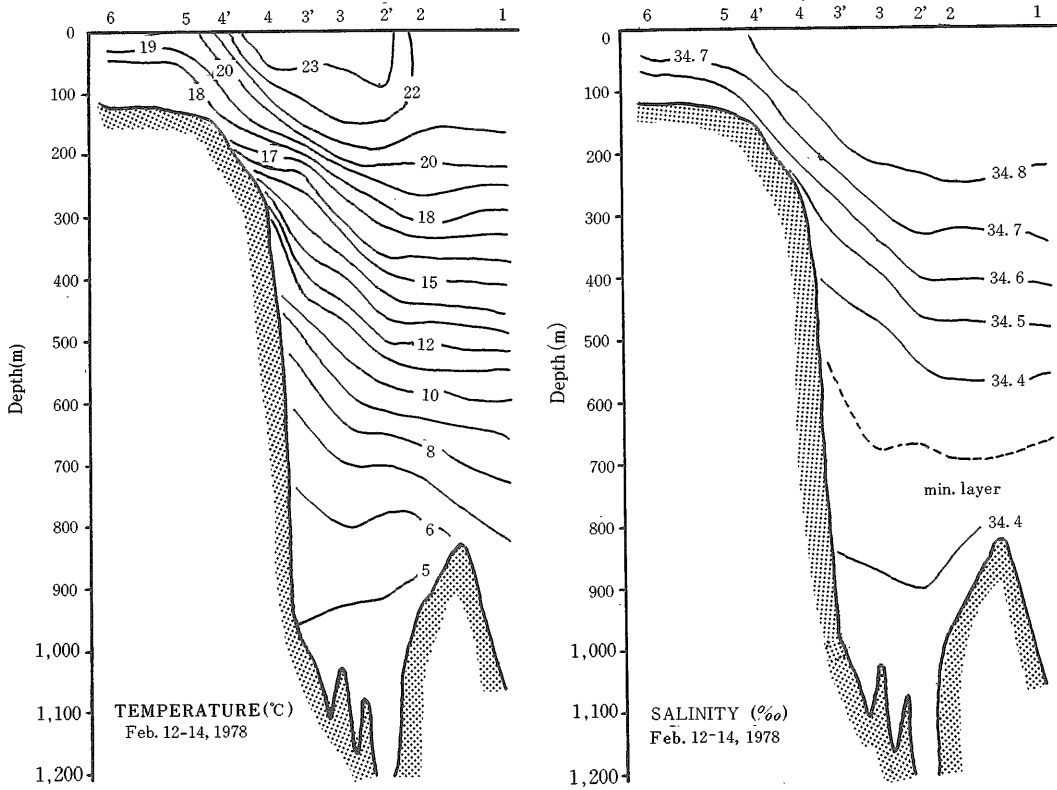


図-4 沖縄北西方断面における水温・塩分の鉛直分布 (冬季)

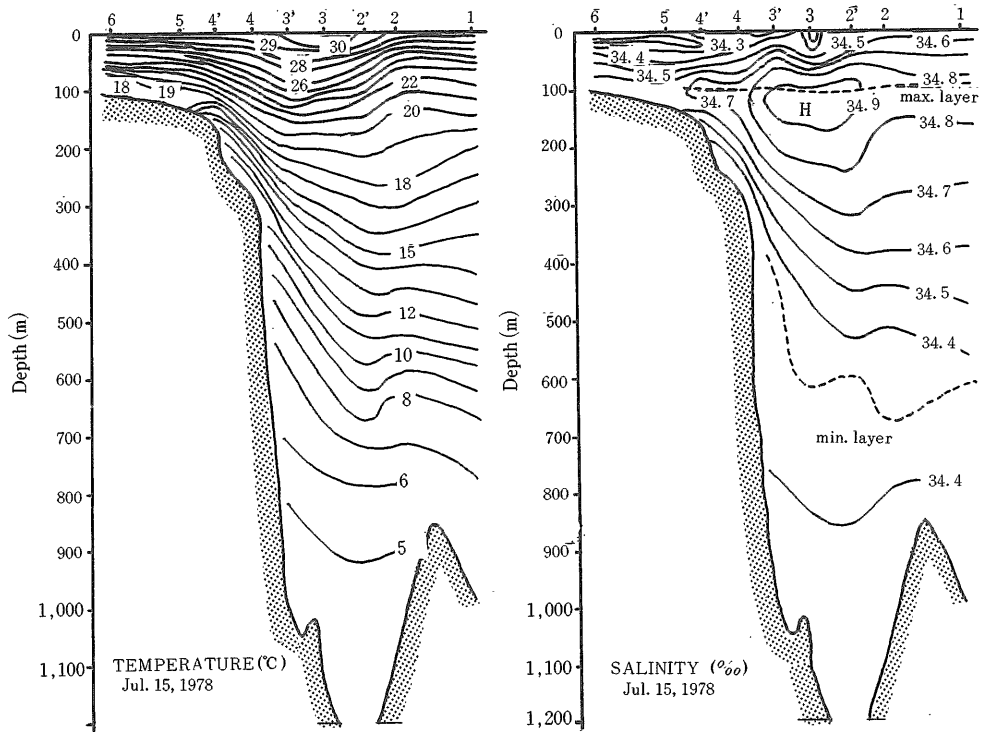


図-5 沖縄北西方断面における水温・塩分の鉛直分布 (夏季)

けては表層からの水温上昇に伴って躍層が形成される。躍層の深さは大陸棚上で10~30m, 黒潮域で60~80mである。躍層が浅くと以深では異った水塊であるが, 200m以深では, 水温・塩分・溶存酸素量は冬季とほぼ同じ状態で, この深さになると季節変化が及ばないことを示している。塩分は冬季に比べると低くなる。夏季, 表層付近の著しい塩分低下の様相は東シナ海全域にわたっていえることが, とくに大陸棚西部ほど著しくなる。これは中国大陸から排出される陸水の影響によるもので, 黒潮域もそれらの影響をうけているのである。しかし, 塩分低下がみられるのは躍層以浅で, 黒潮域では100m以深を中心に塩分極大層が出現する。塩分極大層は冬季は鉛直混合によって識別できないが, 他の季節では明らかである。

黒潮域の鉛直的な水温・塩分・溶存酸素量の鉛直分布の特徴をまとめてみると, 塩分極大層の塩分は34.8~34.9‰, これに対応する水温は斜面部で16°C以上, 沖合で18°C以上であり, 極大層の上限は75m深, 下限は250m深付近にある。一方, 塩分極小層の塩分は34.31~34.39‰で, 中心深度は斜面部で500m, 沖合で700m, 水温は7~8°C, 溶存酸素量は2~3 ml/lである。極小層の下

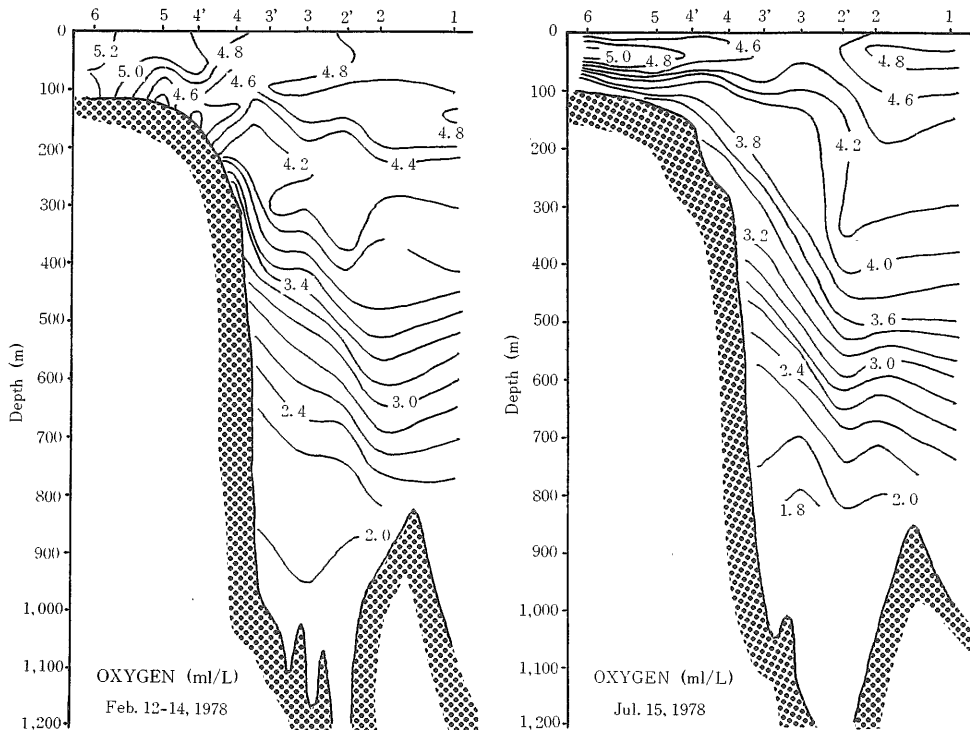
限以深の水温は7°C以下, 塩分は34.4‰台, 酸素量は2.0~1.8 ml/lで季節的にも経年的にもほとんど変化はない。

以上のような特徴から, 黒潮域では海深別に3つの水塊に大別できる。かりに上層, 中層, 下層水塊と呼ぶこととする。上層水塊は塩分極大層付近までの水塊で季節変動が大きく, 大陸棚外縁付近で大陸棚上の水塊との間で水平混合が盛んである。中層水塊は塩分極小層以浅, 下層水塊は極小層以深となる。

なお, 上層水塊は塩分極大層の中心付近(大陸棚外縁)でそれぞれ以浅と以深, 中層水塊は塩分極小層の上限(500m)付近で水塊を2つにそれぞれ細区分できる。したがって, 東シナ海の黒潮域の鉛直水理構造は細かく区分すると5つの水塊の層数により構成されている。

2.4 九州西方海域における対馬暖流²⁾

対馬暖流は東シナ海にその源を発するとされているが, 日本海に突入する辺りまでは判然とした海流の姿を見せない。それに関わる諸要因が複雑であるためでもあると思われる。なお, 諸説も多いが, 集約的に眺めてみると, 前にも述べたとお

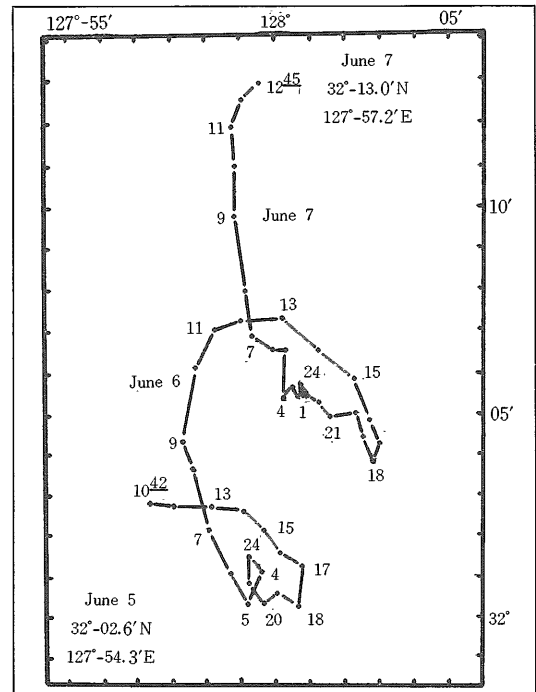


図一六 沖繩北西方断面における溶存酸素量の鉛直分布(冬季と夏季)

り、黒潮主流から対馬暖流の分枝が始まるのは、奄美大島北西方の $28^{\circ}30'N \sim 29^{\circ}30'N$ 、 $127^{\circ}-30'E$ 付近で、黒潮が東シナ海大陸斜面から離れ始める辺りになっている。ここで派生された暖流は東シナ海大陸棚上の水塊の影響をうけながら、対馬列島にさしかかって2枚の流軸に分かれて日本海に流入する流動の形が一般概念のようである。しかし、対馬暖流が黒潮から分かるとするならば、では果してその後のプロセスはどうなっているかについては、それほど明確には解明されていない。ある調査によれば、対馬暖流は海流としては黒潮などに比べ流速も弱く、厚さもうすく、幅も狭く、流路の屈曲もひどいのがために、観測も解析も困難である。また、九州西方海域の対馬暖流は主に大陸棚上の浅海のために、気象の影響を受け易い。さらに、潮流が海流を大きく上回っていることや他の水塊が複雑に接していることから、海流構造が複雑かつ変動性に富んでおり、単純には述べられない。しかし、最近その起源と流動特性は次第に明らかにされつつあり、西海区水産研究所、関係各県水産試験場等の調査研究による対馬暖流の起源説の概要はおおむね次のとおりである。

一つは、水系別の流量、水塊分析および人工衛星による写真資料を用いての整理の上に立って、対馬暖流は台湾北方海域で発生し、大陸棚上を変質しながら流れるという説と、海底用人工クラゲの調査結果から、対馬暖流の黒潮主流からの分枝は、東シナ海南部や北部の屋久島西方で生じ、その分枝流のうちの一部と大陸棚上の海流の一部が合流して対馬海峡を経て、対馬暖流の母体を形成しながら日本海に流入するとする説。また、黒潮からの分枝流の剥離は、東北海区での黒潮主流よりの流線剥離（黒潮主流の北縁にある距離にわたって辿った流線群の一部は、ある箇所です少しづつ、または東となって剥離する）に類似し、時空間変動の大きいことを暗示している。流れの方向は、調査によれば、東シナ海の大陸棚外縁から対馬海峡にかけてほぼ一定方向の流れを示しており、流速は10m深で、毎秒15~50cm程度である。

九州西方海域における対馬暖流の流れに関する若干の調査研究については、前記の西海区水産研究所、各県水産試験場がそれぞれの調査船をもちより、標流板を追った報告がある。それによると、



図一 7 10m 深における漂流板の流跡 (1974. 6 西水研, 陽光丸)

4 船共同の追跡調査は五島西沖と対馬海峡においてそれぞれ行われた。図一 7 の流跡からも分かるように、五島西沖では五島寄りと沖合海域ではかなり流況が異なる。平均流速は五島寄りでは小さく、沖合になるほど速くなっている。最西側の船で追跡した標流板の流速は毎秒33cm (0.65ノット) で海流同様の速さを見せている。標流板追跡前の事前観測で得られた積算水温分布や力学的的高低図によると、済州島と対馬を結んだ海域に強い流れが推定され、西寄りの標流板の流跡は対馬暖流の主流に乗っていたものとみられる。各標流板の流速変動をそれぞれの東西成分についての周期分析結果では五島西の沖合の標流板では日周潮流の変動がきわだっており、沿岸寄りの標流板はそれよりより短い周期の変動が相対的に大きな傾向をみている。対馬海峡の結果は五島西沖の沖合部のそれと似た流速変動を見せている。

海水の移動に着目したラグランジエ型の流動調査から、対馬暖流域と言われているこの海流域の流れは単純ではなく、種々のスケールの変動が加わって複雑な流れを形づくっている。殊に注目されるのは、流れが直線ではなく、標流板の流跡は一般にトコロイド曲線状を示し、潮流の影響が大き

いというほかに、慣性流が重複しているとも考えられる。男女群島西側における標流板の流跡のように、流れの傾向として1日1回の円を描きながら全体として北東～東北東に移動するという特徴のある流れみせている。慣性円周期は緯度によって決まるが、この海域(32°～34°N)では22.1～21.4hrであるので1日周期流成分と分離することは難しい。しかし、五島西沖における船による追跡標流板の東西成分の自己相関では、1日周潮流よりやや短い。ちょうど慣性円周期に該当するあたりで相関がよくなっている。

以上が調査のあらましであり、標流板は時計回りの円に近い運動をしながら全体として東～東北東に標流していて、流速変動は対馬暖流の主流部と考えられる沖合寄りで相対的に流れが安定しているが、沿岸寄りでは流速変動が大きいかかわらず、同じ海域に停滞するなどして複雑な水の動きがみられる。

図-8は、過去の定置潮流観測資料にもとづく10m深の恒流の分布図である。かなり複雑な分布を示しているが、五島西沖から対馬海峡にかけての沿岸部をのぞけば、大勢としては一定方向の流況をみせている。

この海域では流向はほとんど西～南西から東～北東へ向かっており、対馬暖流の北東流の存在を具体的に示し、また四季別の流れの対比も行った

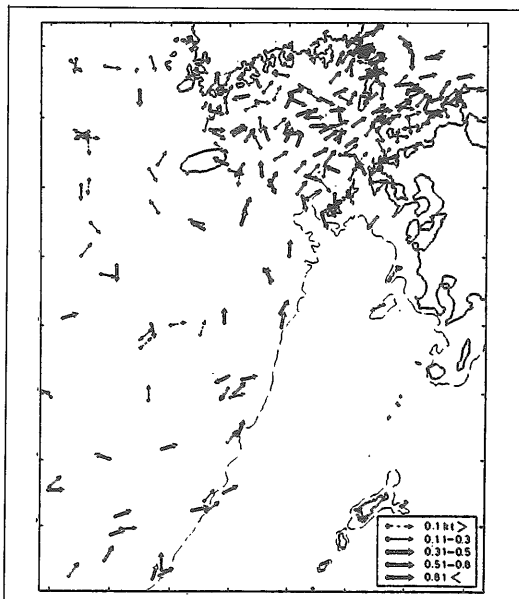


図-8 定置測流による10m以浅の恒流の分布

結果、上層の流れの流速は夏季に強く、冬季に弱く、流向は僅かであるが夏に北に偏し、冬に東に偏する傾向がある。この相違は底層付近では見られず、季節的な変化がきわめて小さいと、調査にあたった研究者等は指摘している。

図-9、図-10は南北両端の断面における流速分布を示している。旧海軍水路部による調査資料にあるもので夏季の流況という。各断面の流速分布をみると、ほとんど北東流によって占められており、その中心付近に強流部が存在する。その流れの強い部分を連続した強流帯とみると、九州西方海域での対馬暖流には流軸が存在しているとみることができる。

五島西沖以南の海域については東シナ海大陸棚外縁付近に沿って北上してきた対馬暖流が五島～済州島間では福江島から50～60海里西方沖台を流軸が通っていると見る見方もある。それは、五島西方海域(図-9のB断面参照)で、すでに流軸の分離が生じて東西の2つの流軸が形づくられるとしている。

分離した流軸は対馬東・西水道へとそれぞれ連なっており、東側の流軸はほぼ直線的に東北東へ流れ、東水道中央付近から川尻岬沖へのびる。西側の流軸は五島西方を北北東に進み、対馬列島に

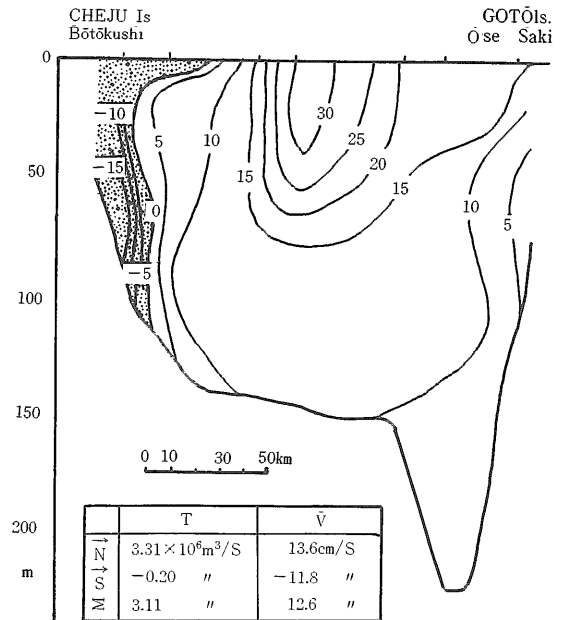


図-9 五島大瀬崎～済州島間の流速分布

沿って流れ、日本海さらに韓国東岸に沿い北上する。

五島西方海域における2つの流軸とも表層で每秒30~40cm, 中層で25~30cm, 底層付近で20cm前後である。対馬に接近するにつれて流速は増すが、対馬海峡に入ると流速は急激に増大する。これは、地形の影響により流れが収束するためと言われ、とくに西水道で顕著である。西水道入口では全層にわたって每秒50cmを上回っている。さ

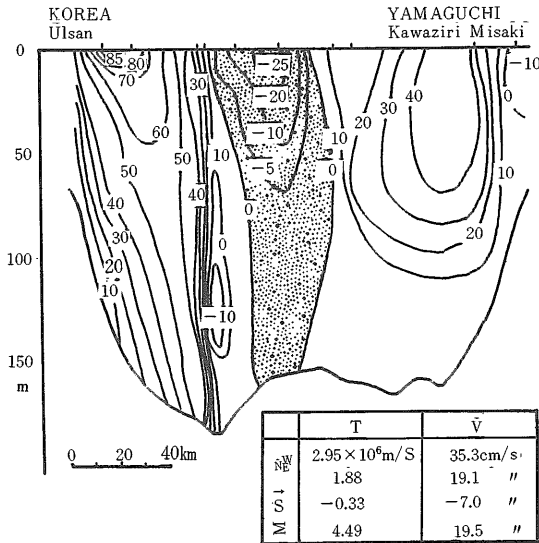


図-10 川尻～蔚山間の流速分布 (三井田, 1976)

らに西水道出口付近での流れはさらに強化され、每秒85~90cmに達している。中・底層では流速は衰え、中層で50~55cm, 底層付近で25~30cmである。一方、東側の流軸付近の流速は西側ほど強くはないが、入口でもっとも強い流速となり、表層で每秒65cm程度、中層で50~55cm, 底層で40~45cmである。東水道出口から川尻岬沖辺りでは北上するにしたがって流速は弱くなる。

こうして潮流は、以上の経過を経て日本海入口を節として東シナ海方向や日本海方向に流入していく。この場合、地球自転の偏向力のため、東シナ海の高潮時頃より低潮時頃までは九州・本州側の海面が高まり、韓国側が低くなる。逆に、低潮時頃から高潮時頃までは韓国側が高くなる。この両者の海面の水位差から対馬暖流の流速の試算もなされている。日本海入口の日本側と韓国側の水位差から試算された流速は每秒50cm/sで、大潮時の最強流量の実測値とほぼ一致することが確認されている。潮流は潮汐に伴う海水の水平方向の周期的流動であるので、潮差が大きい海域ほど潮流は優勢である。したがって、同じ海域でも大潮時と小潮時では流速が異なり、大潮の流速は小潮の1.5~2.0倍に達し、また同じ大潮でも春秋の朔望期に年間最大となる。

対馬暖流域の潮流は、たとえば有明海湾口部の早崎瀬戸では大潮平均流速は6.6ノット、最大7

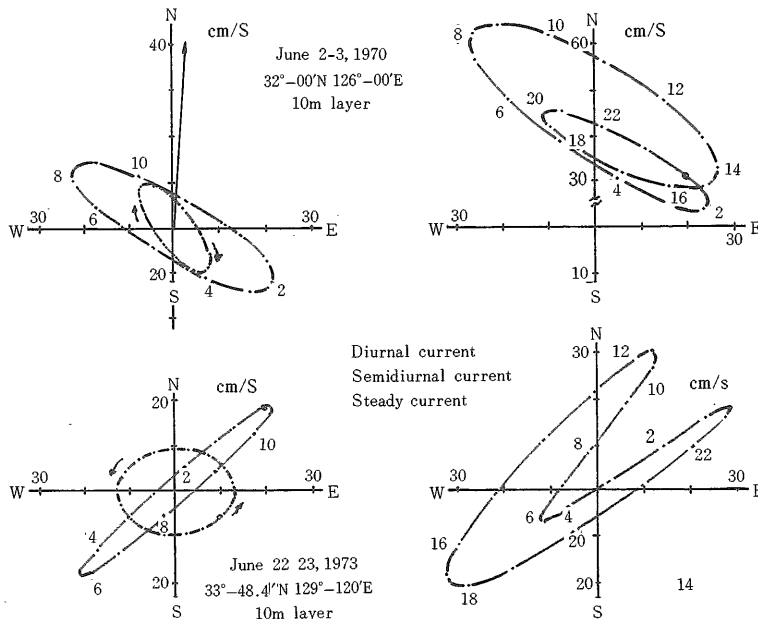


図-11 対馬東水道と済州島南方における潮流楕円とホトグラフ

ノットを越える。東シナ海大陸棚上で1~2ノット、対馬海峡付近で1~3ノット程度となっている。

東シナ海全般の潮型は半日周潮流が多いが、海底地形の複雑な所や島々の多い所では必ずしもそうでなく、1日周潮流が多いときもあり、半日周と1日周が互角の所も多い。五島西沖から対馬海峡にかけての半日周潮流の割合をみると、全般的

には半日周潮流型であるが、対馬周辺や五島列島から玄界灘の九州寄りでは1日周潮流型もみられる。

図-11は対馬東水道と済州島南方における潮流観測結果（長崎海洋気象台）に基づいて求めた潮流楕円とホトグラフ（合成流）の一例である。図上段の済州島南方では半日周潮流は西北西から東南東方向に流速が早く、半日周潮流がまさっている

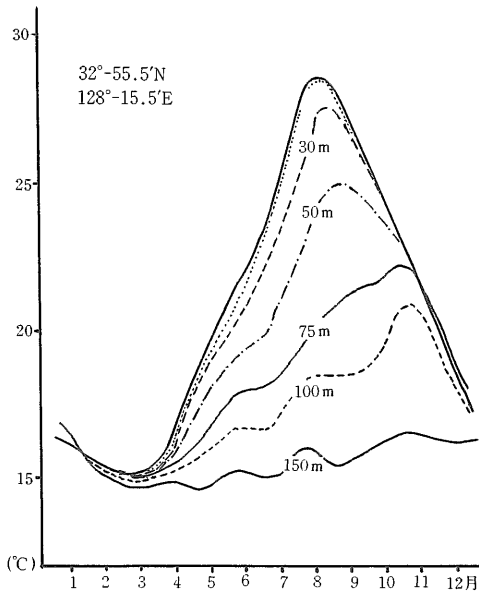


図-12 五島西沖における水温の季節変化

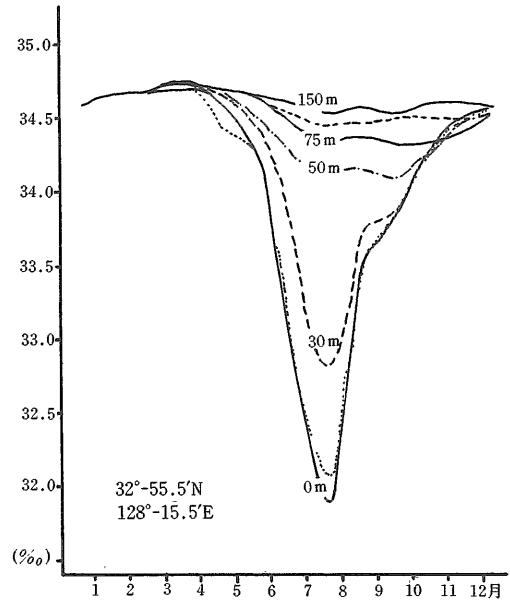


図-13 五島西沖における塩分の季節変化

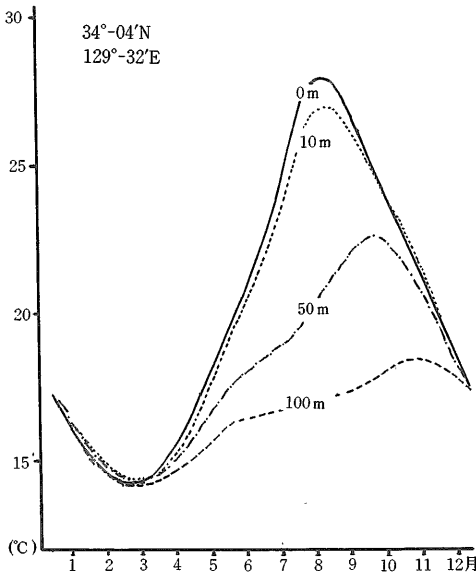


図-14 対馬東水道における水温の季節変化

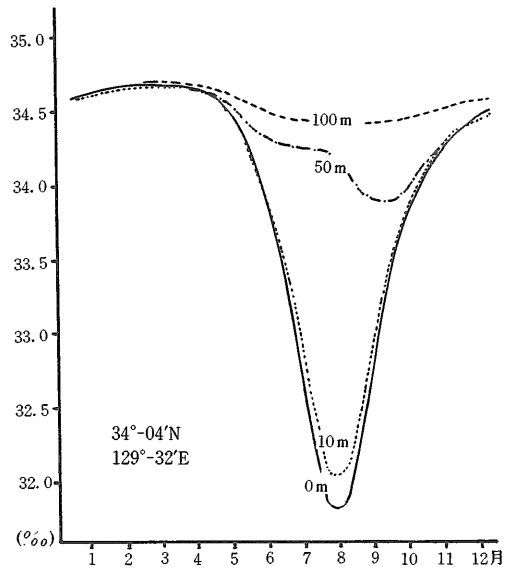


図-15 対馬東水道における塩分の季節変化

る。恒流はほぼ北向きの流れで、流速は41cm/sで、対馬暖流の北上海域とみられる。一方、対馬東水道では1日周潮流と半日周潮流はたいした差はない。半日周潮流は南西から北東方向の流れが速く、1日周潮流は流速に大きな変化はなく、時間とともに流向だけが変化する。

潮流は、海水の周期的流動で、その周期はほぼ半日か、海域により1日である。したがって、海水はある所を中心として半日または1日の周期で流動する。海水流動を潮流に着目する限りでは、さほど複雑ではないが、海水の流動には海流の共存がほとんどで、そのため流れは複雑となる。九州西方の対馬暖流域がこれに該当する。

つぎに、対馬暖流域の水温・塩分の季節変化についてみてみたい。図-12、13は五島西沖(32°55.5'N, 128°15.5'E)、図-14、15は対馬東水道(34°04'N, 129°32'E)における水温と塩分の平均値の経月変化をそれぞれ示す。

両海域とも対馬暖流域にあるため、水温・塩分の季節による変化は大体同じである。水温は3月上旬頃にそれぞれ最低温を示し、4月頃より上昇開始、30m以浅では8月中旬に年間最高になるが、深さとともに上昇割合も、最高水温も低くなる。また、最高水温の起こる時期は、深さとともに遅れ、50m深で9月上旬、75m以深では10~11月頃となっている。

また、図からわかるように、塩分の季節変化は、水温の変化とほぼ逆位相となっており、塩分の年最高は3月下旬~4月上旬頃に各層同時におこっている。5月頃から30m以浅の低塩化が目立ち、8月に年間最低となる。しかし、50~75m深では2カ月程度遅れて10月に年間最低が出現してい

る。11月から5月までの約半年間、表面から100m深までの塩分は、ほとんど一杯な値を示し、この期間の季節変化は100m以深では変化はほとんど認められないほどである。要するに、水温・塩分ともに季節変化は1年周期が主で、半年周期以下の成分はきわめて小さい。

以上みてきた対馬暖流の主流域にある五島西沖と対馬東水道の水温・塩分は長期間の平均値であり、ならされた姿をしているが、季節的・経年的な現実には複雑な形をとる。年によっては最高最低で起時的1カ月の遅延が生じたり、またかなりにばらついている。九州西方海域では対馬暖流勢力の消長につれて、年により水温や塩分の変化に相違が生じる。また、対馬暖流は北流過程で東シナ海の大陸棚上の水塊の影響をうけるので、大陸棚の水塊の消長とも密接に結びついている。大陸棚上の水塊は気象や中国大陸の降雨量に影響をうける。したがって、大陸の雨量が少ない場合は河川水量が少ないため、夏季に東方へ張り出してくる低塩大陸沿岸水が弱い。逆に、洪水年は、東シナ海中部以北から対馬暖流域にかけては、九州西岸の沿岸水による低塩になることがある。図-16および図-17は五島西沖における鉛直水温と塩分の季節変化を形をかえて描いたものである。

2.5 黄海暖流沿岸水²⁾

台湾の北方海域で、一部は黒潮から分かれ北方に向って分岐した流れは舌状となって、流速0.5ノット程度で揚子江河口沖まで達する。この流れは中間暖流とも言い、黄海冷水の南への張り出しを補う形となるが、他にも黄海冷水の南下を補う形で黄海の北部に流入する暖流が見られる。これ

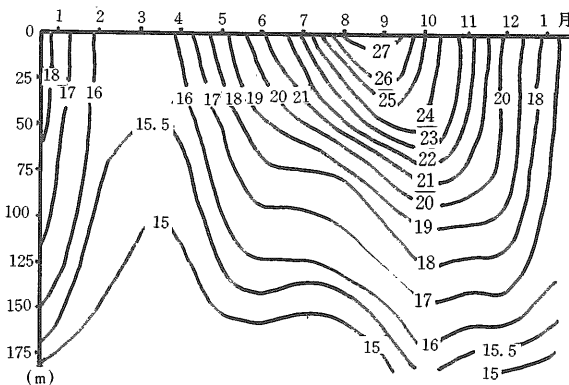


図-16 五島西沖における鉛直水温の季節変化

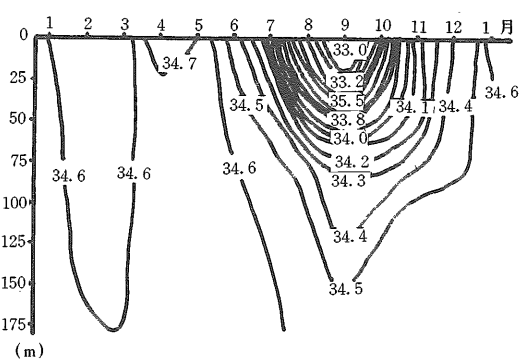


図-17 五島西沖における鉛直塩分の季節変化

を黄海暖流と称している。

台湾北方を流れる黒潮の本流は、韓半島南方海域を経て日本海に向うことは前にも述べたが、済州島南側の海域において暖流の一部がはぐれて黄海に流れこむ。これが黄海暖流である。やはり黄海冷水の南下に起因する補償流的な性格をもっている。流れそのものはさ程強くはなく、黄海冷水の動きに従っている。そして、黄海冷水の南下がもっとも多い冬季に黄海暖流が大きくなるため、その水温は意外に低くならない。

2.6 中国大陸沿岸水と黄海冷水²⁾

中国の大陸上にある水塊の大部分を中国大陸沿岸水および黄海冷水と呼ぶ。いずれも主として中国大陸から排出された河川水によりなる栄養塩類に富んだ水塊で、冬季には低温低塩、夏季には高温低塩の性格をもつ沿岸水である。したがって、この水塊は中国大陸中部以北、すなわち、揚子江河口沖合から北部にある。降温期の秋から冬にかけて、中国大陸沿岸水は表面からの冷却効果と対流混合により海底まで冷却される。そして寒冷な北西季節風が何日も吹く頃になると、この沿岸水は黄海北西部から大陸沿岸に沿いながら南東方向に張り出し、南東方向と南に向かう2つの流れに分かれる。前者は対馬暖流基幹部を西方から、後者は東シナ海南部の黒潮を北から圧迫するように張り出し、大陸棚外縁に沿い暖流系水との間に著しい潮境を形成する。

4～5月の暖候期になると、主風向の変化とともに、夏に向かった冬の大陸沿岸水の張り出しも勢力が衰える。上層部分が上昇し、揚子江を主とする河川水の流出量の増加につれ、冬季の冷水と変換がすすみ、著しく塩分の低い水が大陸棚上の表層を覆う形で東方に張り出してくる。九州西方海域の夏における対馬暖流の低塩な表層水の発達的主要要因は、夏季の大陸沿岸水によるものである。

中国大陸沿岸水や黄海冷水は、季節により前述のように水質が大きく変化するだけでなく、年によっても、それらの水塊の態様や分布状況も著しく変化を見せるケースがある。とくに、冬季の気象状況や大陸における降水量などは、水塊変化の極めつきの要因である。冬季の気象、すなわち低気温度と期間、季節風の連吹時間と風速、シベリ

ヤ高気圧の南下経路などにより、これらの水塊の発達規模が形づくられる。これは、東シナ海の大部分が大陸棚上の浅海のため、容易に水温が低下し、大体2℃程度の水温変化は気象上の影響からも生ずる。さらに水送流の発達、すなわち海水の水平移動による水温変化もかなりのものである。

つぎに、夏の中国大陸沿岸水と黄海冷水の態様に最も影響を与えるのは、やはり中国大陸の中部における降雨量であり、それによる大河川から流出される水である。ために、洪水年と早ばつ年には東シナ海の海況に歴然とした違いが認められる。すなわち、早ばつ年には中国大陸沿岸水の東方への張り出し規模は小さく、これを含めた黄海冷水も小規模のまま大陸棚北部にとどまる。逆に、台湾北方の黒潮分岐流の北への流れが拡張されることになる。

この流れは、かなり北方へ迫るため周囲は勿論、東シナ海全体の塩分が高くなる。

また、洪水年には塩分の低い中国大陸沿岸水が広範囲に広がり、30°N線辺りで東に移流し、徐々に北東に向きを変え、対馬暖流の西縁に沿って対馬海峡を経て日本海に向う。対馬暖流域の表層水が極端に低塩になるのは、中国大陸沿岸水の希釈を強くうけるためである。日本における降水影響による九州沿岸の低塩化はあまり見られず、降雨面積の差のほどを示している。全般的には、対馬暖流の表層水に比べ夏季を除けば全般に低温・低塩である。

2.7 表面水温⁴⁾

対馬暖流の海況に大きな影響を与える東シナ海を見るとき、それぞれの水塊の特徴を示すこともあり、長期間にわたり集積された表面水温の平均状態の特性が役に立つことが多い。

図-18～19は、四季を代表する月の中旬の10年平均水温分布図である。東シナ海のようにいろいろの水塊が接し合う海域では、表面水温の勾配が相当に大きく、夏季には北部冷水域の水温上昇が著しく、黒潮域の水温示度の差は非常に小さくなるが、水塊の境界は想像するより以上に現実にははっきりしており、水塊間には極めてはっきりした水温前線が形成されている。

表-1は主要海域の水温特性を示したものである。各水系それぞれ、冬低夏高の年周期の波を画

くが、その振幅や位相にははっきりした特徴がみられる。すなわち、極大値は黒潮で7月下旬に現われ、29~30°Cであり、極小値も黒潮域中南部で2月上旬に現われ、21~23°Cを示す。対馬暖流の極大値は黒潮より少し遅れて8月上中旬で28~29°C極小値は2月中旬から3月上旬で14~20°C、黄海冷水域の極大値の出現時は対馬暖流域とほぼ同時期であるが、対馬暖流域より3~4°C低い25~28°Cで、極小値は2月下旬~3月上旬で8~12°Cである。大陸沿岸水域の極大値は8月中下旬、極小値は南部で2月下旬、北部では3月上旬にあらわれ、その起時が他の水域より約1~2旬遅れ

る。水温の上昇・下降率も水系により異なり、黒潮域が最小で、大陸沿岸水域、黄海冷水域が最も大きい。

表面水温の月ごとの標準偏差も海域により特徴があり、東シナ海全般にわたっての標準偏差の幅は0.2~2.0°Cとなっている。平均的には黒潮流域が最も低く、対馬暖流域から黄海冷水域の順に高くなる。とくに、黄海暖流で最も高く、寒暖両水塊の変動の大きさを暗示している。月ごとの標準偏差の値は、季節的には黒潮域は冬高夏低、黄海冷水域では冬低夏高、対馬暖流域ではその中間型である。

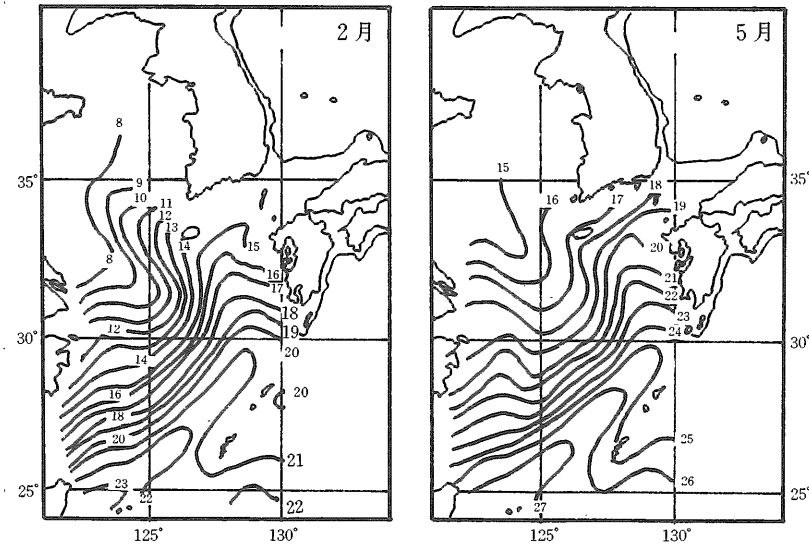


図-18 2, 5月中旬10カ年平均水温水平分布

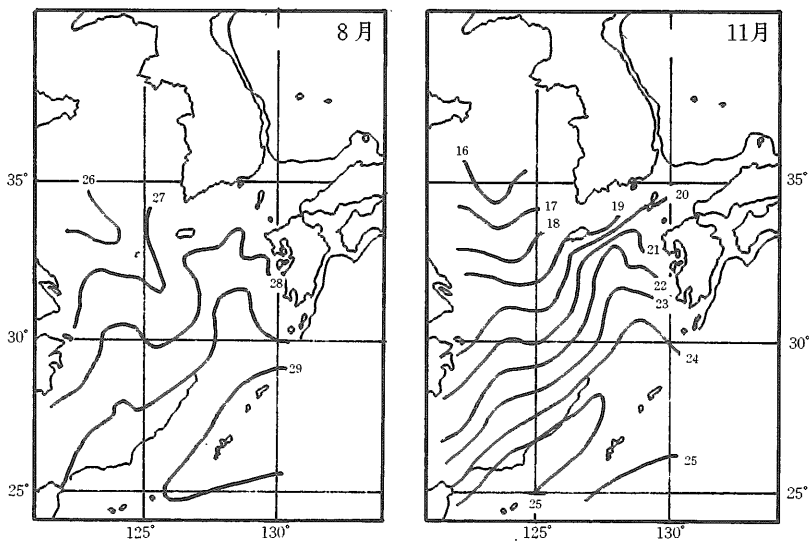


図-19 8, 11月中旬10カ年平均水温水平分布

年較差は黒潮で7~9°Cで、北上するにつれてわずかに増える。対馬暖流では10~13°Cで、北上するほど年較差の度合は大きくなり、その様子は図-20に示すとおりである。黄海冷水と大陸沿岸水は15~19°Cの較差で最も大きく、黒潮域の約2倍となっている。中心部は19°Cで大体一様な較差分布を示しているが、周辺より大きく、暖流系のそれと対称的である。寒暖両水塊の潮境では両者の中で、12~15°Cであるが、水平傾度が大きく、3~4°C/160マイルとなっている。このように、年較差の特徴は黒潮域が最小で、ついで対馬暖流域、黄海域、大陸沿岸水域の順に大きくなる。また、水塊内部の年較差はおおむね一様な値を示し、混合水塊では水平傾度が大きく現われる。

各水塊の表面水温の年変化がそれぞれに特徴をもっているのは、それらの海域の深淺、海潮流の強弱、緯度の高低などの相異、海面における熱平衡が異なるためである。とくに、大陸棚上の水温変動については、空気と海水の熱収支の見地からその特性を調べておく必要がある。

以上述べたように、水塊的には東シナ海と南方と東方は黒潮系水に、北西方は中国大陸沿岸系水により占められ、対馬暖流域も含めた東シナ海全体の海況は、大きくみるとこの両水系の変動によって決定される。しかし、いろいろな自然条件からみると、東シナ海の家況特性は海洋学的には大陸河川の河口という性格が強く、したがって、大陸河川からの流入と態様が重要な研究課題である。

表-1 表面水温の水域別特性

場所(水塊)	緯 経 度	極大水温の時期と示度		極小水温の時期と示度		年較差(°C)
		時 期	水温示度(°C)	時 期	水温示度(°C)	
黒潮域(南部)	25°N・123°E	7月下旬	29.9	2月上旬	23.1	6.8
黒潮域(北部)	28°N・127°E	7月下旬	29.5	2月中旬	21.5	8.0
対馬暖流基幹部	32°N・123°E	8月中旬	28.8	2月中・3月上旬	16.1	12.7
対馬暖流	33.5°N・128.5°E	8月上旬	28.2	3月上旬	15.2	13.0
ソコトラロック	32°N・125°E	8月中旬	26.7	3月中旬	9.3	17.4
大陸沿岸水域(北部)	31°N・124°E	8月下旬	28.1	3月上旬	9.8	18.3
大陸沿岸水域(南部)	29°N・123°E	8月中・下旬	28.1	2月下旬	13.1	15.0
黄海冷水域	34°N・123°E	8月上・中旬	25.9	2月下旬	8.0	18.0

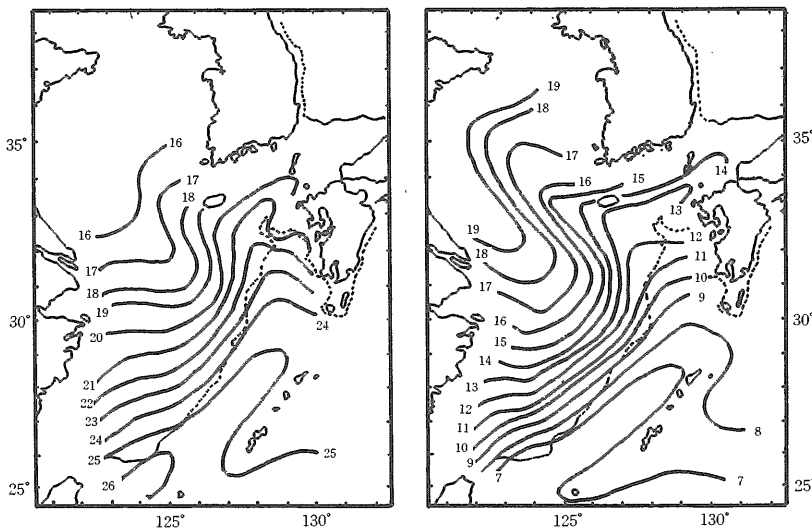


図-20 表面水面の年平均分布(左)と年較差の分布(右)

3. 対馬の環境

3.1 対馬の概説^{5) 6)}

本島は昭和55年現在の調査によれば、6島で50,810人、面積706,43km²となっている。

北は韓半島に対し、南は対馬海峡を隔てて壱岐島、九州本土に面している。福岡まで147 km、上対馬より釜山まで53kmの距離がある。島は南北82km、東西に8 kmと細長く、海岸はリアス式海岸をなし、その総延長は828kmに及ぶ。83%は山林でおおわれ、標高200~300mの山々が海岸までせまっておき、平坦地に乏しい。

気候は対馬暖流の影響により、年平均気温は15℃、年間降雨量は2,200mmと、緯度の高い割には温暖である。冬は大陸からの季節風のため冷えこみがひどく、積雪は少ない。

現在、島内は巖原、美津島、豊玉、峰、上県、上対馬の6町があり、前3町が下県郡、後3町が上県郡となっている。対馬の行政・経済の中心は巖原町で、ここに長崎県対馬支庁のほか官公署あるいは本土の銀行商社の支店等がおかれている。また、巖原町は藩制時代の対馬藩の城下町であり、対馬のいわば表玄関としての位置にある。すなわち、本土と対馬との交通は、博多から壱岐を経て巖原に至る航路がほとんど唯一の交通路であった。ほかに、上対馬町比田勝から北九州市小倉に至る航路があるが利用者は少ない。昭和50年に美津島町に対馬空港が開設され、博多-対馬間の航空便が就航し、本土との距離は著しく短縮された。それまでは航路のみで、飛行機の通わぬ大きな離島としての地位におかれていた。現在、航空路は1日に博多-対馬間4便、長崎-対馬間1便、航路は1日に博多-巖原間2便、小倉-比田勝間1便の就航を見ており、以前に比べ便利となった。そのため、風光明媚な対馬の自然景勝と最近の歴史ブームにより、多くの観光客が来島する。なお、島の中央浅茅湾を中心とする全島の17%が昭和43年国定公園に指定された。

本土の土地構成は、山林原野が87%を占め、農地はわずか4%にすぎない。島内最高峰は巖原町にある矢立山で海拔649mにすぎないが、全島200mないし300m以上の山によっておおわれ、山

腹傾斜が急で、峻険である。これが島内陸上交通の大きな妨げとなっている。戦前は要塞地帯であったため、軍事上の理由から道路が全く整備されず、村路はほとんど海岸にあったため、島民はもっぱら海上交通に依存していた。対馬の表玄関巖原から北の玄関比田勝に至る総貫道路が開通したのは実に昭和46年で、それまではこの間の全部または一部を船便にたよった。この道路は昭和50年に国道382号線となり全面舗装され、現在はこの間を直通バスが1日4往復、約3時間半で走っている。島内各集落にはおおむね道路が通じてはいるが、未舗装部も多い。また、一般に屈曲勾配が多く幅員も狭いため、島内の交通事情は良いとはいえない。

農地はわずか4%の24km²にすぎず、かつ土地の肥沃度が低いので、農業生産の比率は低い。対馬の米は島民を3カ月しか賄えないといわれたこともあるほどであるが、生産高をみると水稻が第1位を占め、肉用牛、いも類がこれについている。道路や農地の整備がおくれていた対馬では運搬や耕運に牛馬が多く使われていたが、道路の整備と耕運機の普及により役牛が肉用牛へと移行した。馬は減少の一途を辿ったが、対馬の馬は数少ない日本在来馬として保存が図られている。対馬でもっとも重要な産業は漁業で、周辺を対馬暖流が流れて漁類も豊富であり、加えて海岸線が屈曲に富み天然の良港が多く、漁場として恵まれている。漁業には、共同、定置、区画の漁業権漁業はもとより、大臣許可のいか釣漁業、中小型まき網等の知事許可漁業のほか、いか一本釣の自由漁業も重要な地位を占め、これらが全体として対馬産業の基幹をなしている。(図-21)。

図-20

3.2 対馬の自然環境^{5) 6)}

地勢としては、山林が土地の圧倒的部分を占めているので、その利用、とくにその林業用利用が島の経済にとって重要である。島内の山林面積は616.91km²におよぶが、天然林が多く、人工林率は31.2%にすぎない。

対馬の林業で特筆すべきは対馬林業公社による造林で、現在島内6町に合計4,700haの造林を行っており、その造林対象地にはいわゆる入会的共有林が少なくない。

対馬の気象については、その地理的位置のほか、前記の対馬暖流の動向、態様に影響されている比率も大きい。対馬の気象については、北と南とでは多少の差はあるが、地理的には厳原で対馬を代表させてよいと考えられる。表-3の最高気温部

に日最高気温の極値は36.0℃(1966年8月)という記録がある。これは、梅雨あけの太平洋高気圧が厳原地方をおおう時期で、過去の最高記録の殆んどがこの期間に集中している。このことから、夏の対馬はしのぎやすいが、冬は風が強く過ごし

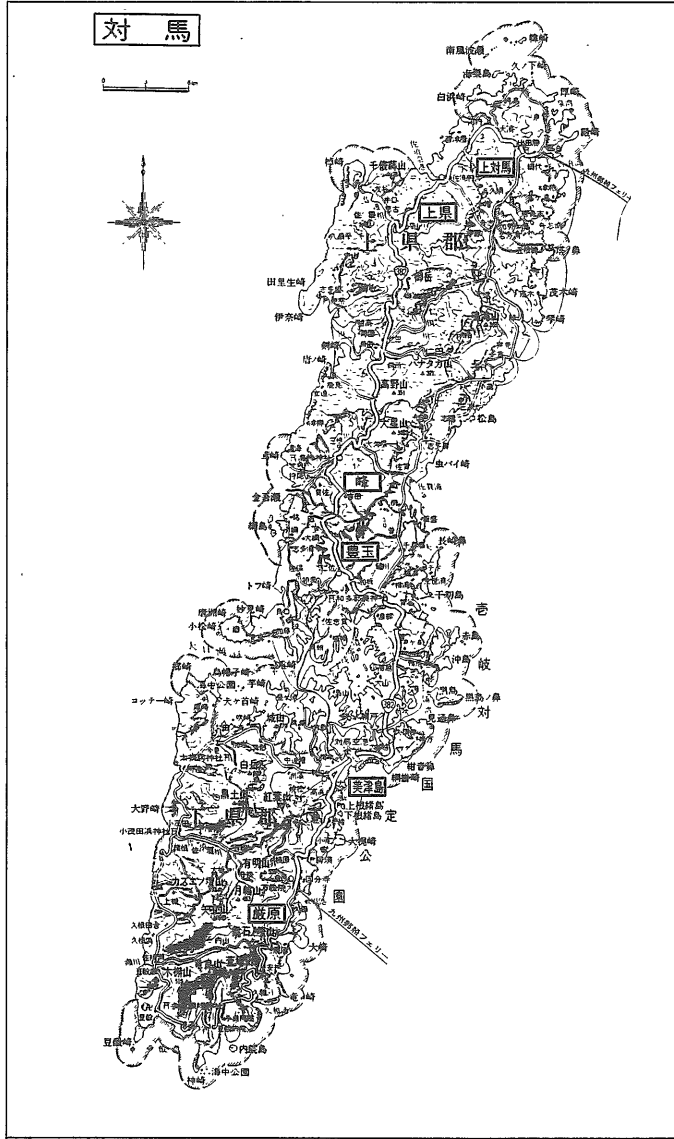


図-21 対馬の地図

表-2 対馬の気温 (30年間平均, °C)

内訳 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均気温	4.8	5.6	8.6	13.2	17.2	20.4	24.8	26.3	22.7	12.6	7.3	15.1
最高気温	—	—	—	—	0.0	0.2	7.5	15.6	2.4	—	—	—
最低気温	13.7	10.8	2.8	—	—	—	—	—	—	—	0.4	5.5

ただし、最高気温：30℃ ≤ の日数

最低気温：0.0℃ 以下の日数

にくいことがわかる (表-2)。

次に、風速については表-4にみるとおり、10m/s以上の日数でも分かるとおりに非常に多い。とくに冬期が多いのは季節風のためと思われる。巖原測候所は、南側が比較的開放的である点を除けば、3面共ほとんど山に囲まれているため実際はもっと強く出て、回数もさらに多くなると推定される。

対馬は南北に島が横たわるため、風向によって島の東西で差が出るのは当然であるが、北東風のときは東沿岸、とくに上対馬の方で風が強く波も高くなっているのに、南端ではたいした波もないといった現象があらわれる。通常北東風は対馬近海は荒れる。その理由は、日本海からの吹走距離が長いと対馬暖流の影響で、風速に比して波が高く、いわゆる三角波となるため、これが海難の原因になる。

これに比して、北西、南東風は風速が強いわりには波が高くない。また南西風も東シナ海という巨大な吹走距離にしては波があまり高くないのは、対馬暖流と同じ方向のためと思われる (表-5) (図-22)。

ところで、対馬近海では意外な時に突風 (10~15m/s) がある。九州本土では風が弱く、殆んど

静穏に近い状態なのに、対馬では10m/s以上になることがある。これは図-23のような天気図で移動性高気圧が上海付近にあり、低気圧または低気圧性のへこみが日本海にある時に起るようである。時期としては冬期に多く、春先にも起ることがある。天気は殆んど快晴に近く、夜間に発生する傾向があり、冬型の気圧配置がゆるむ時である。また、低気圧が日本海に入ると発達して、風が強くなる率が高い。

つぎに、対馬の降水量は表-10でもわかるように年平均2,170mm、福岡に比べ400mm以上の降水がある。これは天気と関連があるのはもちろんであるが、冬型の気圧配置の時、対馬は快晴、福岡はしぐれとなる傾向があるためと思われる。9月は通常秋晴れの天気のため、降水量は少ないと思いがちだが、対馬では9月に豪雨の傾向がある。表-6でわかるように、1、2位は共に9月に降っている。393mmはおよそ1月分の雨が1日で降ったことになり、いかに多量の降水かがわかる。また、表-9でわかるように、月最大は1,152mm、およそ年平均雨量の半分に相当する。幸い対馬は山が9割以上を占めているため、水がたまることは少なく、大雨の割には被害は少ない。ただし、昭和46年7月の北部対馬の豪雨は異常なもので、

表-3 日最高気温極値 巖原 (1896~1970) 日最低気温極値

順位	値	年月日 (起日)	順位	値	年月日 (起日)
1	36.0	1966. 8. 7	1	-7.9	1920. 2.11
2	35.7	1944. 8.30	2	-7.7	1915. 1.15
3	35.7	1922. 8. 5	3	-7.6	1929. 2.11
4	35.6	1942. 7.27	4	-7.4	1900. 2. 7
5	35.4	1929. 8. 1	5	-7.2	1931. 1.11

表-4 巖原における風速

風速 \ 月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均風速 (m/s)	4.3	3.6	3.5	3.5	2.9	2.8	3.4	3.0	3.2	3.2	3.1	3.3
10m/s以上の風速の日数 (日)	10.4	6.2	7.5	6.3	5.1	3.3	6.0	3.8	3.2	2.7	5.3	7.1

表-5 最大風速極値 巖原1896~1970 最大瞬間風速極値 巖原1919~1970

順位	風速m/s	風向	起年月日	順位	風速m/s	風向	起年月日
1	26.5	S	1959. 9.17	1	47.2	SSW	1968. 7.18
2	26.2	NNW	1942. 8.27	2	43.6	SSE	1959. 9.17
3	25.3	SSW	1931. 9.12	3	34.9	NNW	1942. 8.27
4	25.0	SSW	1968. 8.16	4	34.0	SW	1963. 6.20
5	24.0	SW	1930. 7.18	5	34.0	SSE	1957. 8.21

21日～26日間の総降水量は800mm以上であった。このため崖くずれ、山くずれが多数発生した。

対馬では、日降水量1mm以上の日数は平均100日を越え、3～4日に1回雨があり、同じように10mm以上は1週間、30mm以上は半月に1回の割合となる。ただし、冬期は降水が少ないため夏期の割合はもっとふえることになる。日降水量の最小は2.1mm、渇水の対策は町でも県でも構じられていると思われるが、断水の辛さは厳しいものがある（表-7～表-10）。

最後に対馬の天気について触れておきたい。

例えば、対馬の近隣都市長崎と福岡と比べてみ

ると、快晴日数は全年で対馬が多く、次に長崎となっている。福岡と対馬の12月～2月の冬期間の快晴・曇天日数は表に見られるように、その差は大きい。これは、対馬では晴れていても福岡では曇っていることを示している。原因は、北西の季節風が吹いている時で、大陸からの気流は韓半島の山にあたり、西側は曇り東側は下降気流となって、天気がよくなっているのが気象衛星でわかる。対馬は韓半島のカゲになって、いわゆる下降気流となり好天となるが、福岡の方はその影響がなく、曇天となって小雨か雪が降る悪候となるようである。しかし、九州山脈の東側にある大分は対馬と

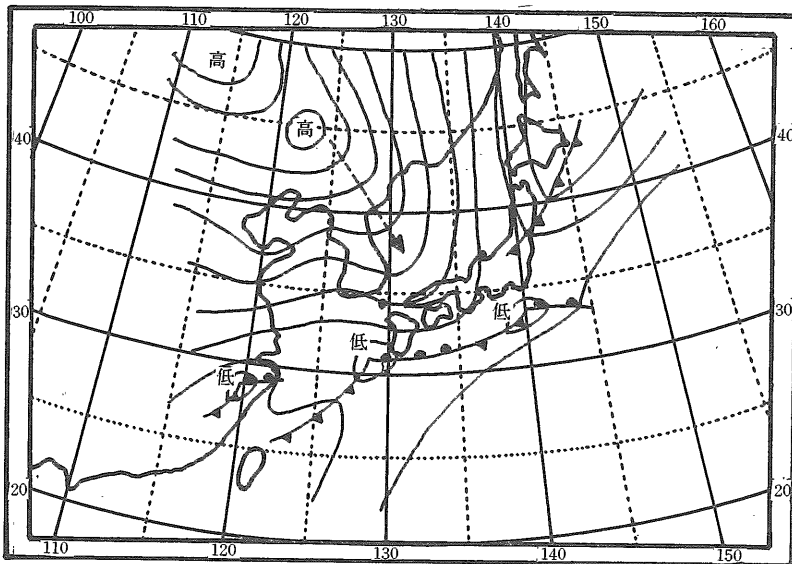


図-22 北東風の図

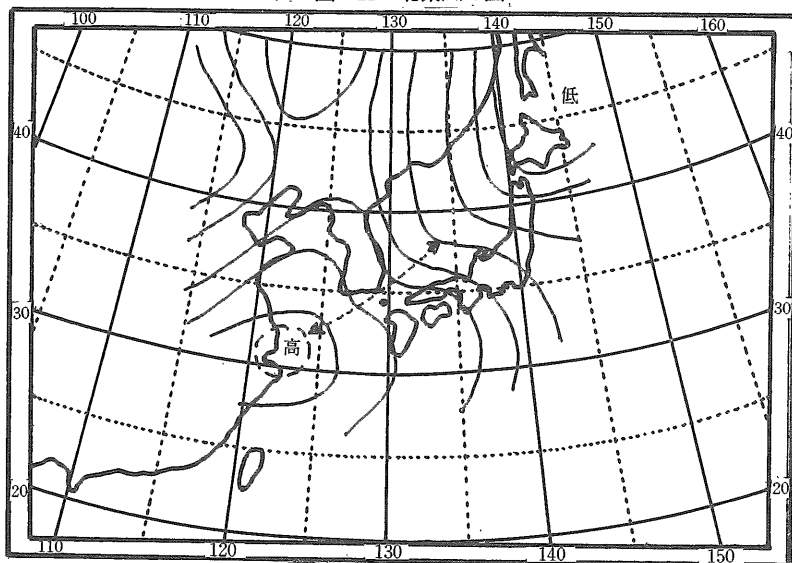


図-23 対馬突風の型

同じ状態となって、好天の日が傾向として多いようである。このことは平均曇量でもはっきりと現れている(表-11)。

対馬は日本海側のように曇天が続くことはあまりなく、天気変化は割合早い。北東風が吹くいわゆるカブリ型(北高型)となった時4~5日悪天候が続くことがある。この時は風も強く時化模様で、定期船もよく欠航する。

また、雪については、対馬は雪が降った日数では福岡と大した変りはないが、積雪日数がぐんと少ない。30年の平均を見ると、1年に3日の積雪となっており、福岡の約半分過ぎない。これは、平均湿度からわかるように、福岡に比べ乾燥しているためと考えられる。また、霧も雷も少なく、その上空気もきれいである(表-12~13)。

3.3 対馬の社会・生活環境⁵⁾

対馬の水道の普及率は98.1%である。水源は、一部地域を除き不足しており、渇水期には制限給水を余儀なくされる地域が多い。恒久的対策として、水源の確保が本地域の深刻な課題である。

し尿は、2町づつで1つの事業組合を設置して、共同で処理している。

ごみは、一部事業組合または町でそれぞれ処理しているが、今後広域化を図る必要がある。

以下、環境関係について諸指標を示す(表-14~23)。

(次号に続く)

表-6 極値(巖原)

順位	1時間降水量		日降水量	
	値	起年月日	値	起年月日
1	111.8	1925.11.25	392.5	1916.9.24
2	96.3	1967.7.5	290.6	1928.9.18
3	95.8	1954.7.16	290.5	1957.6.26
4	95.5	1967.9.4	273.2	1935.8.9
5	90.3	1963.7.26	252.2	1963.6.25

表-7 (巖原)

年間	降水量 mm	1.0mm以上の日数	10.0≤の日数	30.0≤の日数
1951年	2269.6	93	50	21
1952	1700.3	109	51	17
1953	2474.4	106	56	27
1954	2887.3	114	64	34
1955	1527.1	93	43	19
1956	2740.8	106	53	27
1957	2427.9	105	51	27
1958	2363.5	119	50	24
1959	2369.8	108	47	24
1960	1734.8	98	45	19
平均(計)	2232.3	1051	515	239

表-8 (巖原)

年間	降水量 mm	1.0mm≤の日数	10.0≤の日数	30.0≤の日数
1961年	2306.5	116	56	24
1962	2534.6	93	51	24
1963	2901.5	116	66	33
1964	1590.6	112	37	17
1965	2148.5	104	52	23
1966	1952.5	100	48	25
1967	2055.9	95	49	20
1968	1958.0	107	42	21
1969	2401.0	117	64	25
1970	2446.0	107	57	24
平均(計)	2231.9	1067	522	236

表-9 (巖原)

順位	月最大の極値mm		順位	月最小の極値mm	
	値	起年月日		値	起年月日
1	1152.0	1891.7	1	2.1	1918.1月
2	915.5	1899.8	2	2.6	1954.11
3	867.3	1916.9	3	2.7	1936.10
4	824.2	1923.6	4	3.0	1943.1
5	811.8	1945.9	5	3.6	1928.0

表-10 平均月降水量(1941~1970)

場所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
巖原	66.4	93.9	127.1	205.5	213.1	308.8	332.0	227.0	307.5	116.4	108.9	64.3	2170.7
福岡	76.5	76.9	96.5	133.9	144.1	272.6	252.2	161.2	237.2	100.2	79.2	74.3	1704.8
長崎	75.8	78.2	113.5	184.3	215.5	308.7	297.6	193.8	233.0	98.4	90.4	86.7	1975.8

表-11 対馬の天気 (1941~1970間の厳原の記録)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
雲量	5.6	5.9	6.1	6.5	6.8	8.0	8.0	6.7	7.2	5.6	5.2	5.4	6.4 (平均)
快晴日数	5.8	4.8	5.1	4.6	4.3	1.9	2.5	3.7	3.0	6.8	7.7	6.3	56.5
曇天日数	10.1	10.8	12.6	14.4	16.4	19.7	21.5	14.9	16.7	10.7	9.5	8.8	166.0
不照日数	3.0	3.9	4.9	5.7	5.7	6.7	6.7	3.3	5.7	3.2	2.9	2.6	54.3
月別日照率	47	48	48	46	46	36	33	47	38	51	51	50	—
雪日数	7.5	4.0	1.5	0.2	—	—	—	—	—	—	0.4	3.3	16.9
積雪日数	1.7	0.9	0.1	0.0	—	—	—	—	—	—	—	0.4	3.1
霧日数	0.0	0.1	0.1	0.6	0.9	0.8	1.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	3.7
雷日数	0.4	0.4	0.8	0.9	0.6	0.8	2.5	3.1	2.3	0.7	0.7	0.7	14.0
湿度	62	64	67	71	74	81	84	81	79	71	69	65	—

表-12 降雪の初終日

	初終日	平日	最早・最晩
厳原	初	12月14日	11. 9(1968)
	終	8. 9	4. 8(1943)
福岡	初	12. 16	11.12(1938)
	終	3. 10	4. 4(1962)
長崎	初	12. 20	11. 9(1924)
	終	3. 3	4. 3(1962)

表-13 霜の初終日

	初終日	平年	最早・最晩
厳原	初	11月25日	10.22(1888)
	終	3. 24	4.21(1889)
福岡	初	11. 17	10.21(1903)
	終	4. 7	5.11(1913)
長崎	初	11. 27	10.28(1941)
	終	3. 21	4.23(1947)

表-14 対馬の河川の生活環境項目環境基準適合状況

河川名	類型	地点名	PH	DO	BOD	SS	大腸菌
舟志川	A	堂坂川合流点	○	○	○	○	○
佐渡川	A	井口橋	○	○	○	○	○
三根川	A	中里橋	○	○	○	○	○
仁田川	A	堅滝橋上流	○	○	○	○	○
佐須川	A	宮前橋	○	○	○	○	○
佐須川	A	今田小学校前	○	○	○	○	○
瀬川	A	瀬橋	○	×	○	○	○

(昭和57年度)

表-15 対馬海域の生活環境項目環境基準適合状況

類型	地点名	PH	DO	COD	油水	大腸菌
A	佐須名港	○	×	○	○	×
A	比田勝港	×	×	○	○	○
A	仁位港	×	○	○	○	○
A	竹敷港	×	○	○	○	○
A	厳原港	○	×	○	○	○
A	小茂田港	○	○	○	○	○
A	豆酸港	○	×	○	○	○

(昭和57年度)

表-16 騒音規制地域

市町名	第1種区域		第2種区域		第3種区域		第4種区域		計	
	面積	人口	面積	人口	面積	人口	面積	人口	面積	人口
	(ha)	(人)	(ha)	(人)	(ha)	(人)	(ha)	(人)	(ha)	(人)
下県厳原町	20	936	57	6,231	52	3,583	—	—	129	10,750

表-17 悪臭規制地域

市町村	A		B		計	
	面積(km ²)	人口(人)	面積(km ²)	人口(人)	面積(km ²)	人口(人)
厳原町	7.70	11,931	0.15	420	7.85	12,381
上対馬町	1.75	2,581	—	—	1.75	2,581

表-18 昭和53年～57年の海域別赤潮発生件数

年度	53年	54年	55年	56年	57年
件数	5(1)	1	17(2)	13(1)	10(2)

表-19 し尿海洋投入処分の市町村別内訳

市町名	勝本町	芦辺町	石田町
処分量(t/年)	1,470	2,470	1,773

表-20 し尿浄化槽

市町名	52年	53年	54年	55年	56年	57年
厳原	(34) 273	(31) 304	(45) 349	(26) 379	(24) 399	(66) 465

表-22 公園施設

公園名	市町名	園地名	施設名
老岐・対馬 固定公園	芦辺町	竜神崎園地	便所、駐車場
	勝本町	①辰ノ島園地 ②天ヶ原園地	便所、園路園地、休憩所
	石田町	筒城浜園地	駐車場、休憩所、便所、園路
	厳原町	上見坂園地	休憩所、駐車場、園地
	美津島町	万閑園地	駐車場、園地、休憩所、便所

表-23 厳原における特定事業場数(昭和58年3月31日現在)

事業名	事業場数
鉱業及び水洗炭業	1
畜産、農業およびサービス業	5
畜産食料品製造業	4
水産食料品製造業	21
野菜果実保存食料品製造業	—
みそ、しょう油、アミノ酸、食酢製造業	4
パン菓子製造業、製あん業	35
飲料製造業	2
めん類製造業	12
豆腐、煮豆製造業	33
セメント製品製造業	8
生コンクリート製造業	9
旅館業	142
洗たく業	12
写真製造業	4
と畜業、へい獣取扱業	2
自動式車輛洗浄施設	7
試験研究機関	5
焼却施設	5
し尿処理施設	7

表-21 苦情発生状況

市町村	大気	水質	土壌汚染	騒音	振動	地盤沈下	悪臭	その他	計
厳原町	—	—	—	5	1	—	1	—	7
美津島町	—	—	—	—	—	—	—	—	—
児玉町	—	—	—	—	—	—	—	—	—
峰町	—	—	—	—	—	—	—	—	—
上県町	—	—	—	—	—	—	—	—	—
上対馬町	—	—	—	—	—	—	—	—	—