

野付湾の水利について

尾崎 晃*・柏村正和**・八鍬 功**・高橋 将***・福島久雄****

1. 概 説

野付湾は 図-1 に示すように北海道東部根室海峡に突出し、クナシリ島と 17 km を隔てる野付半島に囲まれた小湾である。この野付半島(または野付崎)は標津町市街の南に分布する丘陵の末端部に根本を置き、根室海峡へ突出した分岐砂嘴(recurved spit)である。その規模は日本最大であり、根本より砂嘴の先端に至る根室海峡側の海岸線総延長は 26 km である。海峡側の海岸線は単調な砂浜であるが、内湾側は砂嘴の基部から先端にかけて 9 個の尖岬が突出している。また湾内に散在する低平な島々もそれら尖岬の延長上に位置している。これらの成因に関しては地理学上からも地質学的にも研究が進められており、興味ある問題を含んでいるが、いまここでは省略する。以上のような生立ちと形状を持つ野付湾はトド原(わら)などで知られる独特の景観を有し、またエビの漁場として、海岸線が単調に変化に乏しい北海道においては浅海増養殖漁場の有力な候補地として近年特に注目されるに至った。

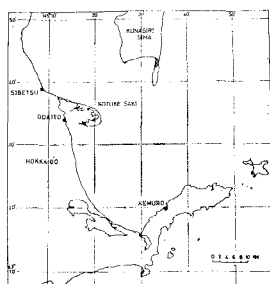


図-1 根室海峡と野付崎

図-2 は野付湾およびその附近の地形である。湾内の浅い部分には一面にあま藻が繁茂して、いわゆる藻場(もば)を形成し干潮時には水面に靡いて漣がたつような眺を呈する。満潮になると見渡す限り一様な海面であるが、図中に白く残されている枝状の漣以外は水草のため動力船の航行は困難で、藻場を中心とするエビ漁は専ら帆かけ舟によって行われている。

昭和 47 年、48 年の 2 回にわたって実施された調査の目的は、この湾内での海水流動を調べ、藻場の存在により特に湾奥や河口付近で停滞域が発生し漁業生産に悪影

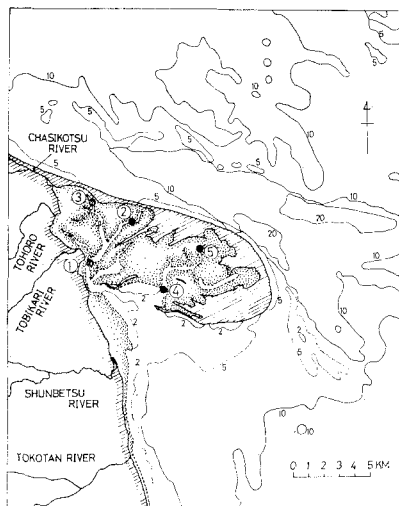


図-2 野付湾および付近の地形

響をおよぼしているといわれる実体を探るとともに、外海水との交流を促進させる方法を技術的な面から検討することになった。

2. 観測計画と実施

現地における観測の仕事は昭 47、昭 48 両年とも総勢 10 名にて当り、これを 2 班または 3 班に編成して実施した。使用した主な測器は、CM-2 型流速計、エクマンメルト流速計、サーミスター温度計、電気伝導度計、リシヤール型検潮儀、採水器、採泥器などで、すべて小型車にて運搬可能な測器類のみであった。その他にポリ瓶を多数用意し、採水した資料を持帰り、硝酸銀滴定法により塩素量を測定した。

次に観測項目、方法および測点の選定について述べる。事前の予備調査によって、野付湾内の海水流動はふつうの湾や感潮湖沼の場合とはかなり趣を異にして、図-2 に見られるように藻場の間を樹枝状に縫っている漣筋に集中することが判明していたので、昭和 47 年の調査においては第 1 日目(8 月 11 日)には尾岱沼に近い奥の湾の湾口①と湾奥②の 2 点に船を碇置し、第 2 日目(8 月 12 日)には先の湾の湾口④と湾奥⑤に船を置いてそれぞれ定点観測を行った。観測項目は、水深方向の流向・流

* 正会員 工博 北海道大学教授 工学部
 ** 正会員 理博 北海道大学教授 工学部
 *** 正会員 北海道大学助教授 工学部
 **** 正会員 理博 北海道薬学教授

速分布, 水温分布, 電気伝導度分布, 採水などであった。同時に別途陸上により湾内外の潮差を観測した。図-2 に見られるように野付湾は②と⑤の間に在る3ヶの大きな尖岬と, その前面に広がる藻場とによって左の湾(奥の湾)と右の湾(先の湾)の二つに大別され, 左の湾には大小3本の河川が流出していることなどにより, 水質の点でもかなり相違があることがわかったので, 上記のように測点を配置し, それぞれの区分ごとに同時観測を実施した。

昭和48年の調査では測点①と⑤に船を碇置して, 水温, 電気伝導度, 塩素量に関する同時観測を行ない, 同一条件下における左の湾と右の湾との特性を明らかにすることを試みた。なおその他にそれぞれの区分湾の湾奥における滞筋と藻場との間の相互の流動に関する調査にも一日を費やした。なおこの年は②地点附近にリシャル式を設置して湾内水位を観測した。

3. 観測結果

観測結果のうち, 測点①, ②, ③, ④における毎時(観測実施時間内の)の流向, 流速を図-3に, また水温, 電気伝導度を図-4, 5, 6に示す。

(1) 流向, 流速

図-3の1972.8.11について見ると観測は10時から17時まで測点①と②で同時に実施したが, 両地点とも12時30分頃に転流している。しかるに後で図-7に示すように外海と湾内水位は10時40分頃に一致し, その後外海では上昇しているのに湾奥②では下降が続き, 湾外への流出から流入へ転流する

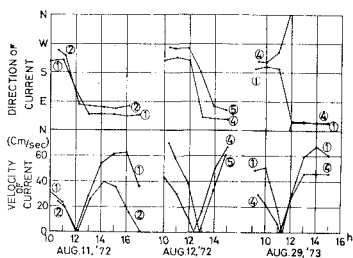


図-3 各測点の流向, 流速

12時30分頃には外海の潮位が24cmも高くなっている。1972.8.12についても同様で流出から流入へ転流する12時30分から13時にかけては外海潮位が37cmも高い。なお①では流入時流速の最大が16時に, ②では同じく14時20分頃に出現しているが, 16時は外海潮位が転潮に移る時刻で, 湾奥は依然として水位上昇中である。測点①, ②および④, ⑤は一見したところふつうの湾口と湾奥の2地点であるがこれらはいずれも水面下の滞筋上に位置しており, あたかも一つの河川の上流および下流の2地点のような関係にある。したがって図-3の上段の流向は流出時, 流入時ともに滞筋の水路の向きと一致しており, 一般の海の流れとは趣を異にし, 海底地形に支配される流向である。見かけ上からは満潮時には湾内一面に海面となるが, 藻場は抵抗が大きいため流入,

流出とも流動する海水は抵抗が最小の滞筋に集中する。図-3の左側(1972.8.11)についてみると, 12時には憩流となり湾口①ではやや流出の流れが残ってはいるものの, その流速はほぼ0に近くなり, 湾奥②では静止状態であった。しかし図-7によれば12時には外海が湾奥水面より24cmも高くなっている。これは10時30分より12時までの90分間は滞筋内の流出流れの慣性による流れが続いていたと考えられる。この現象は流入時にも見られ, 16時には①地点では最大65cm/sもの流速で流入が続いており, 17時には湾奥②地点の水位が外海より24cmも高くなっているのに, ①地点では40cm/sの流速でなお流入が続いている。この時の②地点は流速0であった。

図-3中央の1972.8.12における測点④, ⑤についても, 湾口の広さ, 滞筋の形状などにより流速の絶対値は異なるが上記と全く同じパターンの流動であることがわかる。

同じ図の右端は1973.8.29の, 左右両湾のそれぞれ入口に当る定点①および④における流向, 流速であって, 潮汐と転流との関係は前二者と全く同様である。すなわち最初は下げ潮で流出しており, 11時25分に転流し最終観測時の15時まで上げ潮という時間帯であった。

(2) 水質

水質関連データを図-4, 5, 6に示す。図-4は左の湾の湾口①と湾奥②における同時刻の水温と電気伝導度を比較したもので左上に外海と湾内の潮位関係が示してある。図中の水温はサーミスター温度計による読み取り値, 電気伝導度は塩分の相対値を求めるためには一定温度下における値に換算する必要があるため, ここでは18°Cにおける値に換算した値で表示してある。温度係数として0.215を使用した。したがってグラフの数字は海水塩分濃度の変動を示すものと考えてよい。

以上によると測点①(図中のST.1)では湾内水の流出時に塩分濃度が低下して転流時には最低になり, 流入

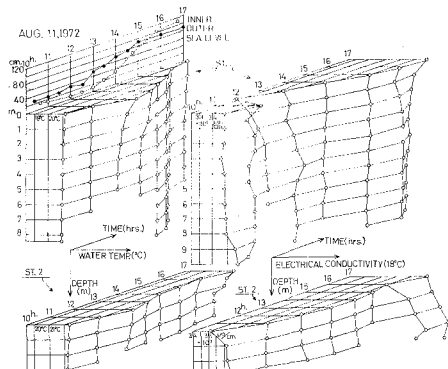
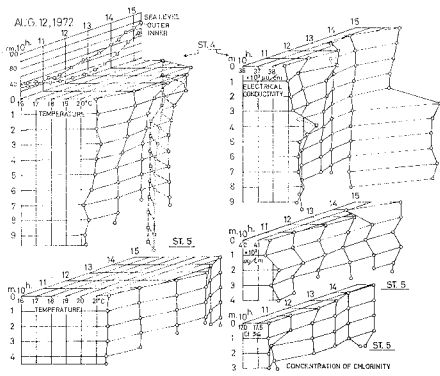
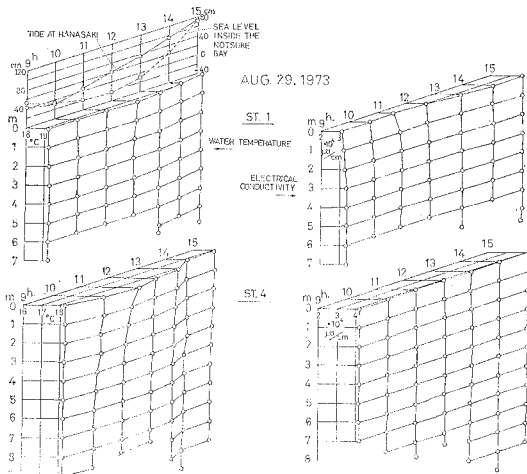


図-4 1972.8.11の観測結果 潮位, 水温, 電気伝導度



図一五 1972.8.12 の観測結果 潮位、水温、電気伝導度、塩素量



図一六 1973.8.29 の観測結果 水温、電気伝導度

が始まると塩分濃度が回復を始め、次第に増加して行くことが見られる。これは左の湾内にある塩分濃度の低い水域の水が潮汐によって出入する過渡現象をとらえたものと考えられる。このような塩分濃度の低い水域は、図一2の茶志骨川、当幌川、飛雁川によって生じるものと考えられる。

これに対して湾奥③(図中 ST. 2)では塩分濃度変化の様子が①とは異なる。湾内水の流出時には①地点とは逆に塩分濃度が上昇し続け、転流後もこれが継続する。流入開始後4時間を経て若干低下し始める。これは湾口部とは全く逆である。この点に関しては次のように推測ができる。すなわち③測点付近には湾内に広がる藻場の影響によって上記3河川の水が来ていないこと。半島を形成する砂州がこの付近では最も狭く(100m前後)なっているが、この砂州を透過して外海と交流が行われていること。以上の2点が考えられる。また電気伝導度の絶対値が②地点の方が①地点よりも高いが、実際に湾奥の方が湾口よりも表層の塩分濃度が高く、河川による淡水域があまり湾奥にまでおよんでいないことがわか

る。これらの河川水は平時には湾奥に向うことは比較的少なく、潮流によって拡散しながら湾中央部から湾口にかけて薄まりながら分布して流出して行くものと考えられる。

このこと自体は逆に左の湾の湾奥における水の滞留を示唆し、したがって問題となる水質の良否は必ずしも塩分濃度の高低ばかりによるものではなく、底質、COD、溶存酸素などの比較によって判断されるべきもので、これらは別途の調査によることとした。

次に右の湾の測点④、⑤における同様の観測結果を図一5(1972.8.12)に示すが、ここでも湾口より湾奥で塩分濃度の高いことがわかる。もちろん前口実施した左の湾での観測結果に比べると、右の湾では湾口、湾奥ともに一様に塩分濃度が高くなっている。この事実より左の湾では前記3河川に加えて湾外の春別川からの流出淡水により湾口付近の表層水が占められていることが推定できる。

右の湾での潮汐による塩分変化を見ると、左の湾の状況とは異なって、湾口、湾奥ともにほぼ同様の塩分変動をしている。このことは湾奥に向って次第に淡水濃度の減少する分布をしている大水塊が、潮汐とともに一様に流出、流入を繰り返しているように考えられる。右の湾では河川による淡水の影響は左の湾に比較して弱い、それでも潮汐による変動パターンには類似性がある。

次に左右両湾それぞれの湾口部に位置する測点①、④での同時観測(1973.8.29)の結果を図一6に示す。これについてみると、観測当日は左の湾の水温が平均 1.0°C 高く、また流出時と流入時には水温に $1.0\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ の差を生じ、その差は左の湾の方が小さかった。電気伝導度は左の湾の方が流出時には約 $10^4\mu\text{S}$ ほど低いが、流入時にはそれが上昇して左右両湾の差は $3\times 10^3\mu\text{S}$ 程度に縮まる。右の湾では流入時と流出時の差は僅少でほとんど一定といってもよい程度であった。

観測諸量のうちで最も変化の大きいのが左の湾における塩素量(CI‰)であって、流出時には 12.5‰ まで低下していたのが、流入時には 16.0‰ に上昇して外海水に近くなり、右の湾の値に 0.5‰ まで接近した。右の湾では伝導度について述べたように流出、流入による塩素量の差は 0.5‰ 程度でほとんど一定していた。

次に昭和48年8月28日に行った湾奥部および藻場内の調査について述べる。まず左の湾の測点②と③とで比較を行った。観測は午前中で両地点とも流出時であった。測点②では水温 20.6°C で外海水温より高く、電気伝導度も $3.2\times 10^4\mu\text{S}$ で、採水調査結果によると塩素量CI 14.0‰ であった。茶志骨川河口に近い測点③では、水温 21.0°C 、 $2.85\times 10^4\mu\text{S}$ 、CI 11.6‰ で②地点より水温は僅かに高く、塩素量は少であった。これより湾口から比較的屈曲が少なく到達する②地点の方が屈

曲した滞筋を通り、かつ河口に近い③地点に比較して外海水に少し近い性質を示すことがわかる。②地点の水質、底質の調査結果(道立釧路水試による)は国の環境基準を満しているものであった。

同じ測点に関し、午後の流入時における観測結果は②地点では流入開始後4時間で、水温 20°C 、伝導度 $3.3 \times 10^4 \mu\text{S}$ 、Cl 14.4% となり、午前中の流出時と比較して水温が 0.5°C 低下、Cl は 0.4% 高くなっていて外海水の影響が現われていることがわかる。③地点では同じく 19°C 、 $3.4 \times 10^4 \mu\text{S}$ 、 14.5% で表面より底に行くほど濃度が大きであった。これを午前中と比べると水温は約 2°C 低下し、Cl は 3% も増加しており、このような一番奥の滞筋の終点においても潮汐による外海水流入の効果が顕著なことがわかる。

同じ日に右の湾の湾奥部の測点⑤を中心として付近の藻場内部へ乗り入れて水質を調べた。測点⑤での観測は8月28日午前10時18分から13分間で、流出中の時間帯にあり湾内全体はほぼ最低潮位に近づいていた。水温、 21.0°C 、伝導度 $4 \times 10^4 \mu\text{S}$ 、Cl 15.5% で、同時刻の左の湾と比較してかなり外海水に近い値である。次いで⑤地点より約40mほど藻場内に入った地点での観測値は、水温 19.8°C と若干低いが伝導度、塩素量ともに変化なしであった。

流出時の終りに近いこの時刻における測点⑤周辺の湾内水は外海水と最も近い状態にあるものと考えられるが、それが外海水に近い性質を示すことは、この右の湾においては滞筋の終点付近でも、さらにまた藻場内へ入り込んだ地点においても、潮汐によって外海水との交流が良く行われていることを示すものであって、湾内の水質という点では問題がないように考えられる。

同一地点の午後の流入時の状態は、測点⑤で15時41分から10分間の間では、水温 17.3°C 、電気伝導度 $4.1 \times 10^4 \mu\text{S}$ 、Cl 16.5% 、藻場内40m地点も同じで、さらに70m入った地点で水温 18.5°C で、やや高く、伝導度は $4.2 \times 10^4 \mu\text{S}$ 、Cl はやや低く 15.9% であったが、左の湾内の各点に比べれば、それら地点のそれぞれ最高値に近い値である。

(3) 湾内外の潮位

野付湾内の海水流動は潮汐による湾内外の水位差に起因するものであるから、潮位観測はこの調査の主要項目の一つであった。昭和47年には図-7に示すように根室海峡側の海岸Aと、野付湾内の左の湾奥B(測点②の付近)の2か所に水位計を設け30分毎に目視観測を行った。昭和47年8月11日、12日の両日は外海が非常に静穏であったことが幸いした。昭和48年の時はB点にリシャル型検潮儀を設置したが、外海は直接観測できなかったため、潮位表により網走、花咲の推算値を用いた。いずれの結果を見ても外海の潮位振幅に対し湾内

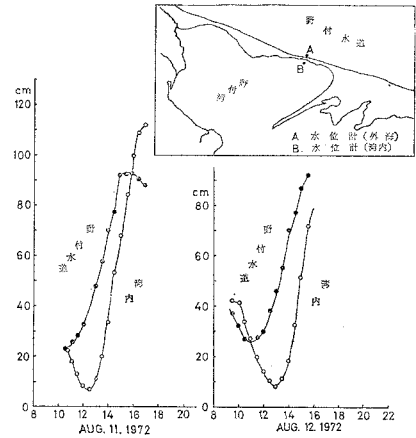


図-7 1972.8.11~12の湾内外潮位

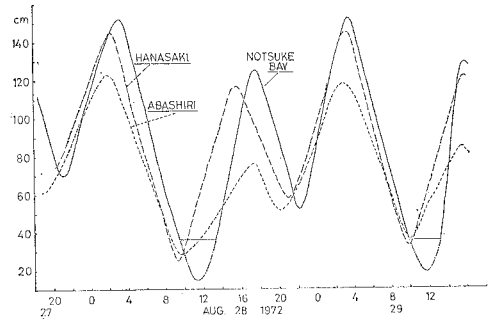


図-8 1973.8.28~29の湾内外潮位

(湾奥B)の振幅が大である。これに関しては改めて研究を要すべき問題で、潮位と他の諸量との関係についてはすでに述べた。

4. 調査結果の総括

以上いずれも調査時期は8月に限られたが、2年に亘る野付湾の水理量に関する観測の結果を纏めると以下のようになる。

野付湾を左と右の二つの湾に区分した場合、左の湾も右の湾もともに一回の潮汐によってかなり大量の外海水の流入があり、その際に主な流路となる幾本かの滞筋の部分においては、流入時には外海水にほとんど近い状態にまで到達する。このことは特に右の湾で著しい。左の湾では茶志骨川など3川より出る淡水が湾の中央部から湾口へかけて次第に海水と混合しながら分布し、潮汐に応じて一樣に流出、流入を繰返しながら湾外に出ている。しかし両側の湾とも水質は環境基準に定められる水準に達している。また昭和48年の調査によって滞筋を離れた藻場の内部でも水質には大差のないことが判明した。ただし左の湾の奥の一部、すなわち茶志骨川などの河水の影響を直接受ける範囲では、特に塩素量が少なく、また底泥は真黒なシルト状で硫化水素臭のあるものが発

見されている。

以上、野付湾における湾内と外海との海水交流は潮汐毎には主として幾本かの滞筋がちょうど動脈的作用をして、これを通して行われるが、時間を経過するとそれが網細管のような藻場内に滲透して行って外海との交流が緩漫に行われている。河川が流出する左の湾の方は淡水の影響で事情が多少異なり、奥の一部では底泥も悪化して右側の湾よりはやや条件が劣る。滞筋を流動する流れの作用で湾内の潮位変動に興味ある特色が見られるなどである。

5. 結 語

藻場内全域の水質を滞筋と全く同じ程度まで改善する必要がもしあるならば、藻場の面積に応じて現在の滞筋から多数の分岐滞筋を掘削（さく滞）するのが有効であると考えられる。しかしそのためにはまだ十分調査されていない底泥を多量に攪拌することになり、水質改善による漁場条件の改善を目的としながら、かえって泥を湾内外

に拡散させる恐れがあるので、底泥の質と量についての調査が今後必要になる。湾内水が現状で生物に対しいかなる影響を与えているかは我々の段階では批判できないが、今回の調査結果からは、湾内には特に悪水の滞留は認められなかった。

以上の調査、観測は北海道水産部の委嘱により実施したもので、現地調査には長岡徠三助手、大谷守正助手、大川原馨技官の諸氏が参加され、また当時大学院生であった堺茂樹君、研究生白尾恵造君の助力を得た。なお現地の野付漁業協同組合にも大変お世話になった。以上の諸氏ならびに諸機関に厚く感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 北海道立地下資源調査所：5万分の1地質図幅説明書，1967（昭42）
- 2) 北海道開発局長官房：北海道開発計画調査，昭和46年栽培漁業開発計画調査資料—野付，根室湾栽培漁業開発調査第2報—1973（昭48.2）