

石狩湾沿岸海域の水質変動特性と河川水・外洋の影響に関する一考察

Study on the characteristic of the water quality change and the influence of the discharged water and the ocean in Ishikari bay coastal area

北海道大学工学部
北海道大学大学院
北海道開発局石狩川開発建設部
北海道開発局
北海道開発土木研究所
北海道大学助教授

学生員 ○小室 祥孝(Yoshitaka Komuro)
学生員 梅林 司(Tsukasa Umebayashi)
金 伸彦(Nobuhiko Konn)
正員 斉藤 大作(Daisaku Saitou)
正員 山崎 真一(Shinnichi Yamazaki)
正員 山下 俊彦(Toshihiko Yamashita)

1.はじめに

河口沿岸域は、陸域からの栄養塩供給が豊富で、活発な生物生産活動の場である。恵み豊かな水域環境の恩恵を持続的に享受していくためには、まず河口沿岸域での物質循環の実体解明が必要である。河口沿岸域の水質は、河口からの河川水の流出と、沖合いからの湧昇流等により影響されるが、これらを一体として捉える研究はまだ数少ない。特に開放性沿岸域では流動の把握さえも困難な面がある。山下ら(2002)¹⁾は石狩川の物質輸送特性と河口沿岸域での水質の周年変動特性を報告している。

本研究では石狩湾沿岸域を対象として、長期観測データをもとに、湾奥部の水質変動特性を明らかにする。これらの結果と過去に実施された広域の水質調査結果をもとに、河川流出物質及び外洋水の沿岸域における影響を考察する。

2.調査方法

図-1 に主な調査地点を示す。広域の調査結果は北海道立中央水産試験場により実施された 1982 年~1983 年の結果²⁾を用いた。また 2001 年~2002 年は、St.D, E, G における採水、並びに St.D, E, F, G における多成分水質計による鉛直分布観測、St.D でのクロロテック計による連続観測を実施した。分析項目は水温・塩分・栄養塩(硝酸態窒素・リン酸態リン)・クロロフィルaである。

3.石狩湾広域の水質特性

図-2~図-4 は中央水産試験場の調査結果²⁾をまとめたものである。図-2 に St.A の水温、硝酸態窒素濃度の鉛直分布(0m~700m)を、図-3 に St.A, B, C の水温、硝酸態窒素濃度の鉛直分布(0m~200m)を示す。これによると、①St.A では、1982.6 月での水温について水深 10m 以深で急激な低下が見られ、硝酸態窒素も 20m 以深で大きな濃度増加が見られた。また、1982.6 月は水深 50m~120m で各月よりも高い濃度を示した。②St.B では、1982.6 月での水温が St.A ほど鉛直方向に大きな変化はなかった。硝酸態窒素は 30m 以深で高い濃度を示した。また、1983.8 月では St.A の 1982.6 月と同じような鉛直分布を示した。③St.C では、1982.6 月での水温が St.B と同じような鉛直分布を示したが、硝酸態窒素では St.B とは異なり、水深 0~80m までほぼ一定だったのに対し、80m 以深で高い濃度を示した。④St.A, B, C の各 1982.11 月、1983.3 月、1983.4 月で、水温、硝酸態窒素のグラ

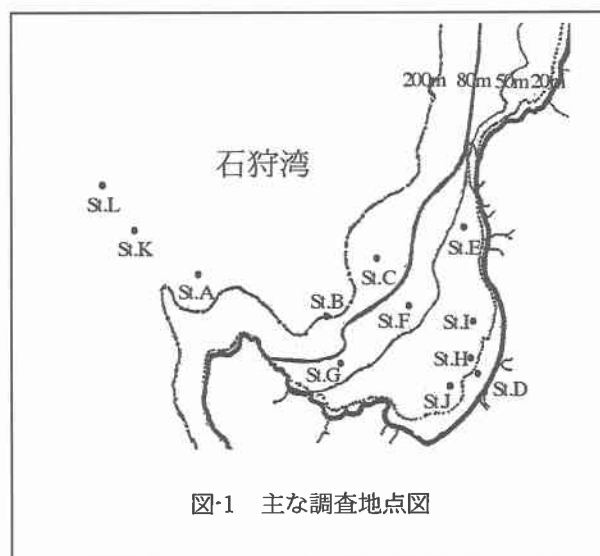


図-1 主な調査地点図

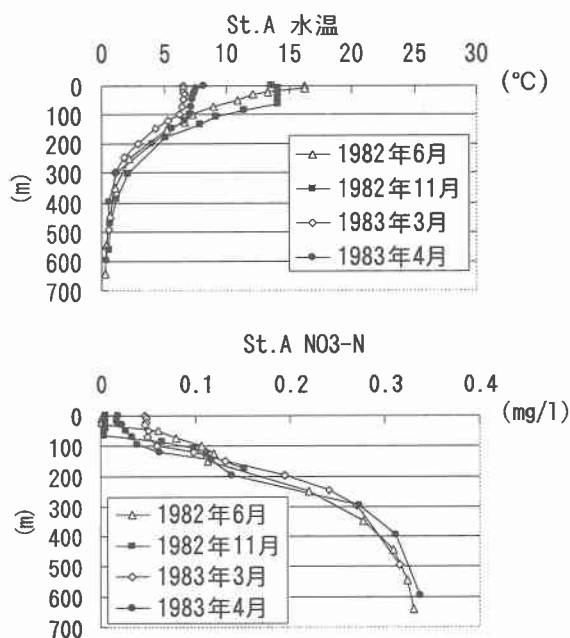


図-2 St.A の水温変動(上)と硝酸態窒素濃度変動(下)の鉛直分布

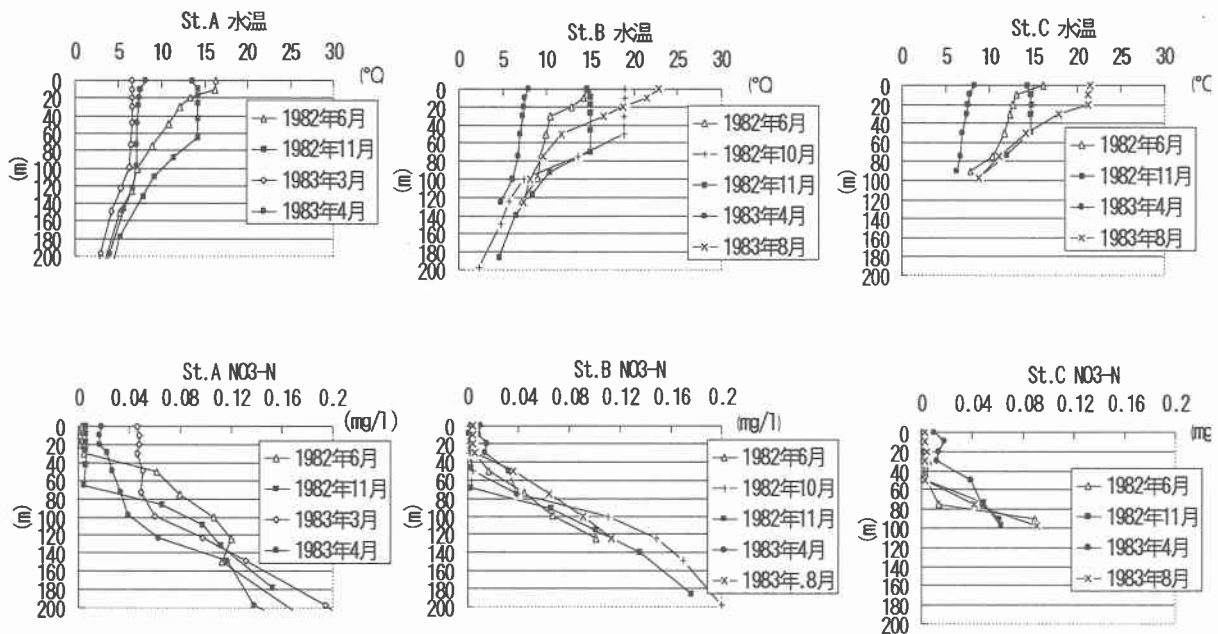


図-3 St.A, B, C の水温変動(上)と硝酸態窒素濃度変動(下)の鉛直分布

フは同じ傾向を示した。⑤水深 200m 以深では、水温、硝酸態窒素濃度は各月とも同じ傾向を示した。このうち①～③については、St.A, St.B 付近で地形性湧昇流が発生し、石狩湾外の深い水深帯にある豊富な栄養塩が上層部まで輸送され、高い栄養塩濃度を示したのではないかと考えられる。また、St.C では湧昇流の影響をあまり受けず、上層部まで栄養塩の巻上げが起こっていないと考えられる。④については、3,4 月が 80m 付近、10,11 月が 50m 付近まで、水温、硝酸態窒素濃度が一定値を示している。これは冬期から春期にかけて下層水が鉛直混合などにより、表層付近まで輸送された結果と考えられる。⑤については、200m 以深に年間を通じて栄養塩が安定して豊富な深層水が存在することが分かる。

図-4 に 1982.6 月における、石狩湾沿岸域の水深 0m, 50m での硝酸態窒素、リン酸態リン、塩分の各濃度の空間分布を示す。図-4(水深 0m)の河口域 St. H～St. J では、低塩分～高栄養塩の分布傾向が見られた。数値を示すと St.H(塩分:29.1‰, 硝酸態窒素:0.034mg/l), St. I(29.4‰, 0.023mg/l) St.J(31.3‰, 0.024mg/l)であった。これは河川水の影響により、海水が希釈され、塩分濃度が低くなり、河川水の影響で河口沿岸域の栄養塩濃度が高くなっていると考えられる。また、図-4(水深 50m)の積丹半島沖北西部の St.A, K, L では、栄養塩は高濃度となっている。数値を示すと、St.A(硝酸態窒素:0.062mg/l, リン酸態リン:0.012mg/l) St.K, (0.067mg/l, 0.018mg/l), St.L(0.10mg/l, 0.019mg/l)であった。これはさきほど述べた、図-2.3 の St.A 付近の海域で発生していると考えられる地形性湧昇流により、高い栄養塩濃度を示していると考えられる。

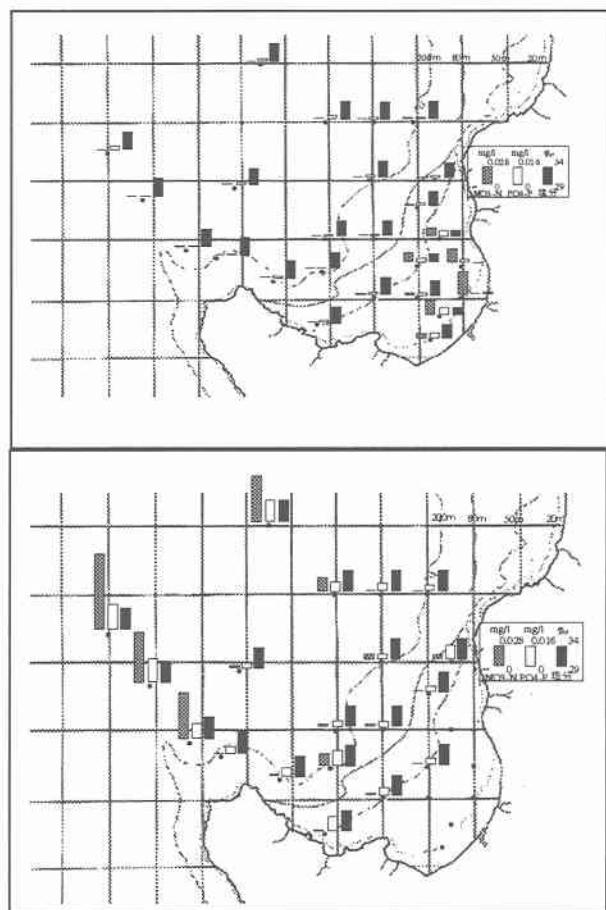


図-4 1982.6 月の硝酸態窒素・リン酸態リン・塩分の各濃度の空間分布(上:水深 0m 下:水深 50m)

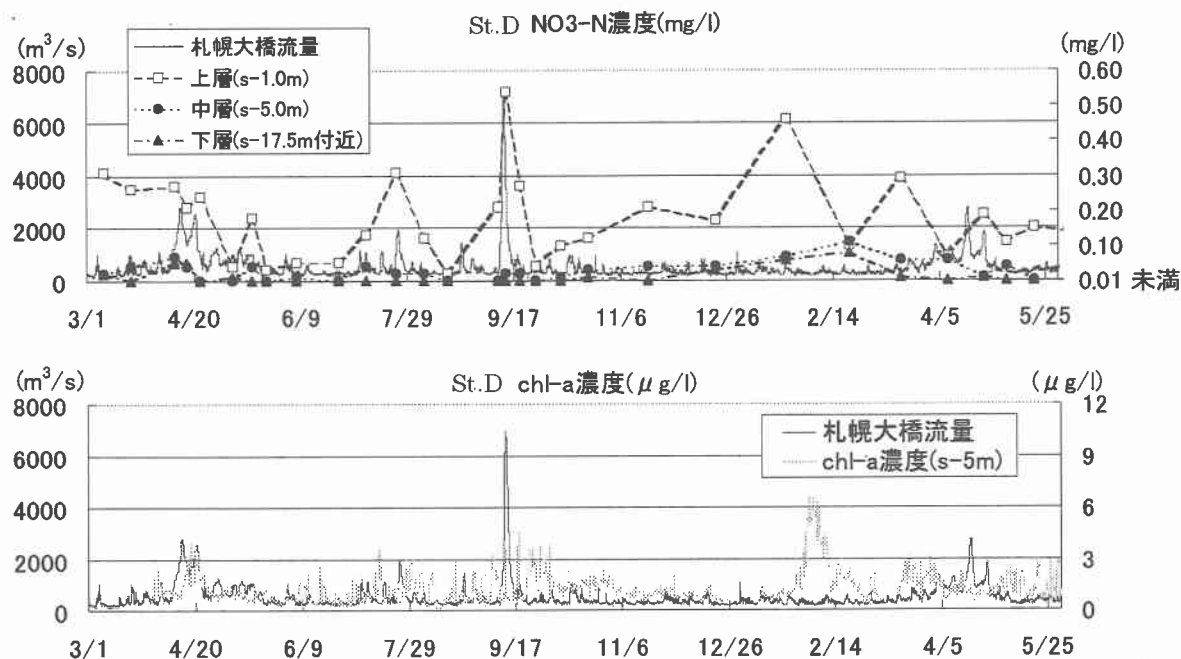


図-5 St.D の NO₃-N 濃度(上)と chl-a 濃度(下)の時系列変化と石狩川流量

4. 2001～2002 年における水質変動特性

次に 2001 年 3 月から現在までの長期観測により得られた結果を示す。

図-5 は今回の測点の中で一番石狩川河口に近い St.D での採水による硝酸態窒素濃度の時系列変化と同測点でのクロロテック計によるクロロフィル a 濃度の時系列変化を示している。これによると、海域表層である水深 1m の硝酸態窒素濃度の変動が極めて大きく、2001 年 4 月・7 月・9 月の石狩川に発生した出水とともに濃度が増加していて、2002 年の 1 月にも高濃度を記録している。水深 5m の中層と水深 17.5m 付近の下層は 2001 年 4 月と 2002 年 2 月に最大値を示している。冬期の各層の濃度上昇はより深い海域からの高栄養塩水の流入に起因しているものと考えられる。クロロフィル a 濃度は 2001 年 4 月に約 4 μ g/l で一回目のピークを示し、その後しばらく低濃度が続き、7 月の石狩川流量増大後に濃度が増加し、9 月の大出水後、2～3 週間は高濃度が続き、その後はしばらく低濃度で推移し、2002 年 1 月下旬～2 月上旬に観測期間中の最大濃度である約 7 μ g/l を示している。その後も 3 月中旬に比較的高濃度になっている。硝酸態窒素の図から、4 月・7 月・9 月のクロロフィル a 濃度の増加は石狩川の出水により流出した多量の栄養塩によるもので、2002 年の 2 月・3 月の増加は外洋由来の栄養塩により植物プランクトンが増殖したものと考えられる。

石狩川の河川水は海域に流出後、コリオリ力を受け主に北方向に流出する。よって St.E には多量の河川水が流入することが予想される。図-6 は St.E における多成分水質計による塩分濃度と採水によるクロロフィル a 濃度の鉛直分布を示している。2002 年 5 月 20 日と 7 月 22

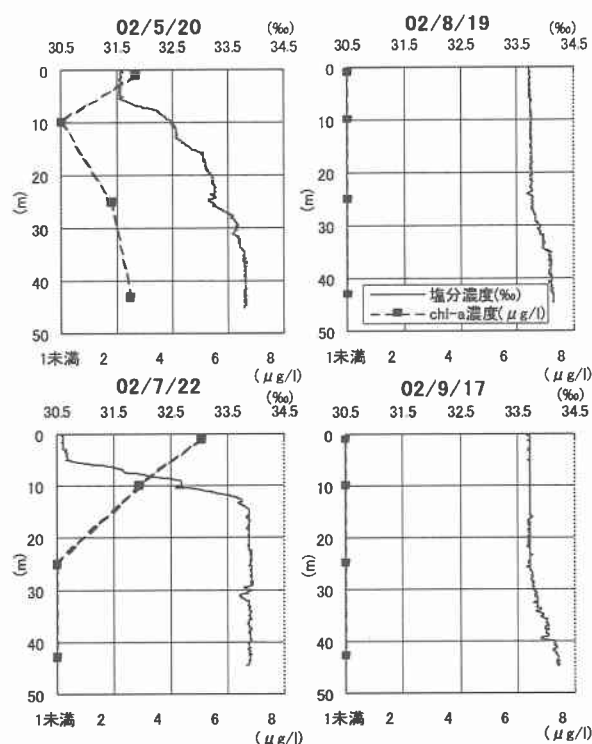


図-6 St.E の塩分濃度と chl-a 濃度の鉛直分布

日は河川水が流入して表層から中層にかけて塩分濃度が下がっていて、その時にクロロフィル a 濃度が増加していることがわかる。一方塩分濃度の低下が見られない 2002 年 8 月 19 日と 9 月 17 日は全層にわたりクロロフィル a は低濃度である。河川水の流入による植物プランクトンへの影響が St.E にまで到達していることがわかる。

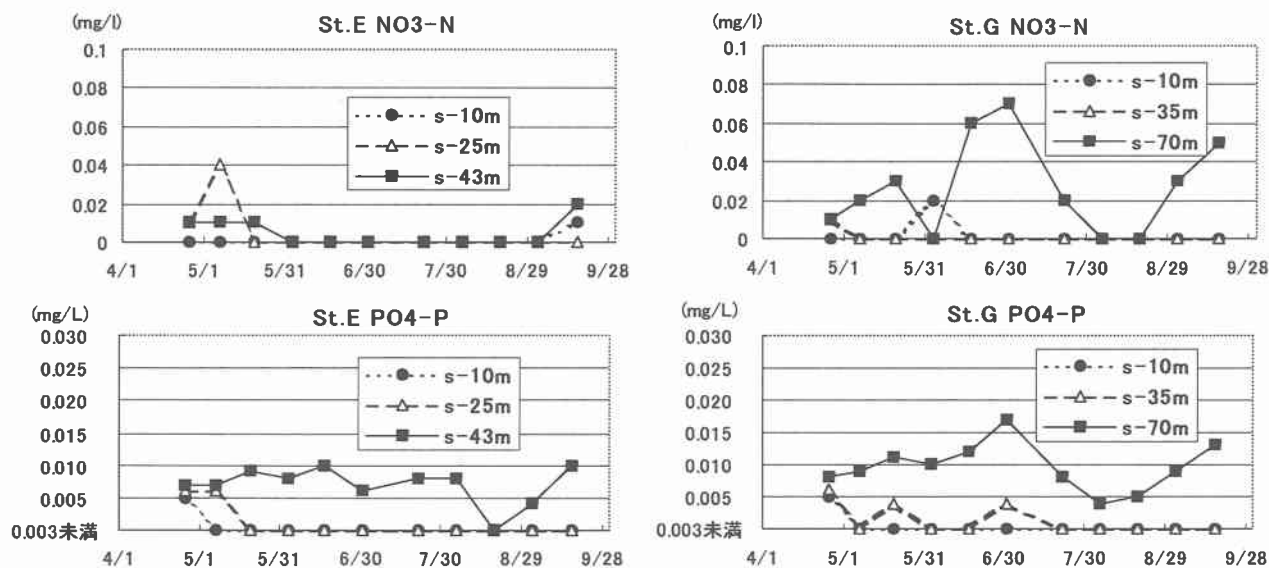


図-7 St.E,G における NO₃-N 濃度と PO₄-P 濃度の水深毎の時系列変化

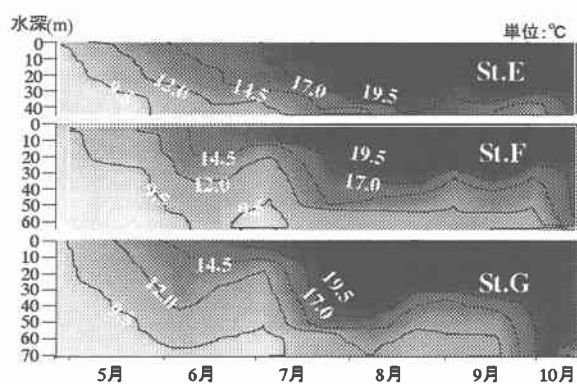


図-8 St.E,F,G の水温変化の鉛直分布の時系列変化

次に河口よりほぼ同距離にある St.E と St.G の水質変動特性について考察する。図-7 は 2 地点における採水による硝酸態窒素、リン酸態リン濃度の水深毎の時系列変化を示している。全体的には、観測開始時である 4 月下旬こそ上層・中層の栄養塩濃度は高いが、その後は両地点とも St.E の硝酸態窒素濃度を除き、下層の濃度が高く、St.G では変動も激しいことがわかる。4 月下旬の全層的な高濃度は、石狩川の融雪出水による栄養塩流出の影響や、冬期から春期にかけて起こる鉛直混合による、より深い海域の下層からの栄養塩の供給によるものであると推察される。その後植物プランクトンによる消費と、水温上昇に伴う成層化による深い海域からの栄養塩供給の遮断により上層・中層は貧栄養化が進む。一方植物プランクトンの活動がそれほど活発ではなく、より深い海域との海水交換も可能である下層は高濃度状態が続くものと考えられる。下層に関して地点別に見てみると、St.E は 5 月以降 8 月中旬までほぼ濃度は一定で 9 月上旬に増加している。一方 St.G は 6 月中旬～下旬にかけて濃度の増加時期があり、その後低下して、9 月上旬に再び増加している。上層・中層の濃度変動があまり見られ

ないことから、河川由来ではない外洋性の変動であることが予想される。水温変動特性を図-8 に示す。この図は多成分水質計による鉛直分布測定によって得られたデータを時系列で表したものである。St.F,G の 6 月中旬～下旬の水深約 20m 以深と、St.E,F,G の 8 月～9 月の水深約 30m 以深に水温の低下領域が見られる。この時期は前述の栄養塩濃度の増加時期とほぼ一致することから、外洋から栄養塩を豊富に含んだ深い水深帯の低水温水塊の上昇、つまり湧昇流がこの時期に発生しているものと考えられる。また St.F や St.G といった水深 100m 以深に急深な海谷がある河口海域の南側ではこの流れの影響を受け易いことがわかった。

参考文献

- 1) 山下ら(2001):石狩川の物質輸送特性と河口沿岸域での水質の周年変動, 海岸工学論文集, 第 48 巻, pp. 1011-1015
- 2) 北海道立中央水産試験場:石狩湾新港海域生態調査報告書(1982,1983)