

## 8. 北海道の浅海域肥沃構造に与える親潮系水の影響

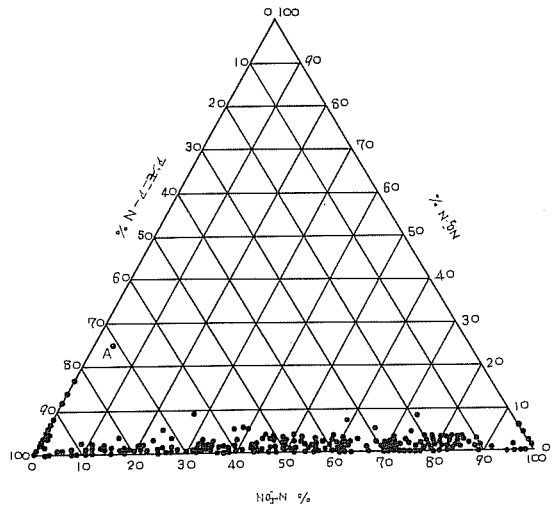
駒 木 成 (北海道区水産研究所)

## 1. 肥沃性について

著者らは北方水域におけるコンブ・ワカメ・ノリ栽培漁業技術確立のための基盤資料として、水質などの理化学的環境特性に関する調査研究を進めてきた。海洋における水質の役割としては、漁業からの問題として水質汚濁対策や、藻類養殖場の生産性に關与する栄養塩類或は肥料に關する問題があり、又海洋生物の食物連鎖過程での基礎生産力とも關連が深い、この中で無機窒素三態、リン酸塩の所謂マクロ肥料についてその分布消長や補給型を検討し、窒素の現存量はリンにくらべて変動が激しく<sup>(1)</sup>、生物に影響を与えやすく又生物に影響を受けやすいので、窒素量をもって肥沃度指標としてきた。生物中蛋白・アミンなどの窒素化合物の無機化過程と生化学的リン酸化機構における無機化のはやさの違いから見て当然と考えられ、また三宅ら<sup>(2)</sup>による生物活動指数では、窒素が最も生物の影響を受けやすいとしている。

無機窒素はアンモニア・亜硝酸・硝酸態の窒素を測定して、三者間の量的比率を検討した。その事例として、水産加工場廃水の影響を受けるためアンモニア態の分布割合も高くあらわれるような根室海域の場合(第1図)、一般的に亜硝酸塩の割合は高々10%であって、アンモニアの割合が高いときには、亜硝酸塩は硝酸塩よりも高い割合を示す場合もある。この型は明らかにDO量の減少した汚染の段階を示していることにもなる。水産加工場廃水の未汚染域では、アンモニア態が硝酸塩よりも割合が低くなるのを常とするが、例外としてオホーツク流水、或は定着域の氷下水の場合、アンモニア態の割合が高くなる場合がある。即ち、後記するごとく極めて微量のアンモニア態が流水来遊期に見られた結果である。

このような主要無機窒素三態間の分布割合と、三態窒素総量の変動様式を軸として、道周辺浅海域の肥沃度構造をながめると、高肥沃度外洋性、高肥沃度内湾性、低肥沃度外洋性、低肥沃度内湾性に夫々が相対的に位置づけられる<sup>(3)</sup>。リン酸塩の分布消長様式でも軌を一にするが、窒素程敏感ではない。現在、この類型化は未だ定性的段階であって、藻類生育環境への検証と、量的把握が、今後の問題として残されているわけである。



第1図 無機窒素三成分の相互関係

図中A点では、アンモニア-N :  $\text{NO}_3\text{-N}$  :  $\text{NO}_2\text{-N} = 71 : 4 : 25$ となる。

本報告では、親潮などの外洋水が浅海内湾域に及ぼす肥沃化効果について吟味を加え、北方冷水域の生物生産に果している役割の一側面を明らかにしようとするものである。

## 2. 親潮系水の肥沃性と浅海域における肥沃構造

道沿岸浅海域の海洋構造に影響を与える親潮接岸分枝系の水は北ウルフ水道以南から太平洋に流出するオホーツク海表層水をその起源<sup>(4)(5)</sup>とし、エリモ岬以東の道東近海で岸沿いに南西に流れ、エリモ岬付近で東進してきた津軽暖流と会合して両者は一諾に三陸沿岸を南下することが知られている。この親潮接岸分枝水は津軽暖流が次第におとろえる12月以降にはエリモ以西の日高・胆振・渡島の沿岸一帯に分布する<sup>(6)</sup>と言われている。特に3~4月には、オホーツク流水による融氷水によって表層が<sup>(6)(7)(8)(9)</sup>低温・低塩分と変質した親潮接岸分枝系の水がエリモ以西に広く分布し、噴火湾内にまで流入すると言われている。従って、オホーツク流水を含めての親潮接岸分枝系水はオホーツク沿岸から道東・道南浅海域に及ぶ広範囲をその影響圏としているわけである。以下、流水、親潮接岸分枝表層水と、その影響圏内の代表的浅海内湾域について、夫々の水質特性又は肥沃度を概観する。

### 1) オホーツク海流水の肥沃度

肥料補給源としてのオホーツク流水水質について、偶々根室湾で調査する機会を得た。根室湾は野付崎とソツカマップ崎との間に湾入する開湾であり、だいたい1月下旬以降にはオホーツク海からの来遊流水が定着し、海浜域は地先海水が結氷する。昭和36-39年に根室地方のノリ・ワカメ養殖場の肥沃度を測定した結果によると、<sup>(10)(11)</sup>20m深程度のごく浅い湾内に流入する沖合水によって11月以降の冬期間はやゝ高めの肥沃度を示し、水産加工場の盛期、特に10月をピークとして加工場廃水によって肥沃化される。結氷期で測定した流水、地先海水、氷下海水水質のうち、肥沃度の特異性として、アンモニア量の分布があげられる。即ち、昭和37年では青白透明でCl 0.38%の流水と、不透明軟質のCl 2.68%の地先海水と、氷下海水とのうち、流水のみがアンモニア0.5 ppm以上の著量を含有していた。ところが昭和38年には、やゝ半透明のCl 0.21%の流水と、不透明や軟質のCl 0.77%の地先海水と、氷下海水とのうち、氷下海水(前年と同様に流水定着域で採水)のみに0.2-0.5 ppmのアンモニアが含有し、流水、地先海水共に常量であった。この氷下海水について垂直分布を見ると、露出海面から2m深迄の著量アンモニア含有層は、塩分躍層とよく一致し、干満による時間的鉛直変化はアンモニア-N 0.2~0.5 ppmの間でふれる程度の安定した層重性が見られ、又細菌分布相からも、このアンモニア量の来源は流水と共に輸送されてきた海水か或は流水塊のアンモニア含量の多い外殻の融解によるものか、いずれにしても流水と直接関係するものと考えられる。このような外観、塩分値が異なった流水の生成などの履歴については全く不明であるため、アンモニア著量分布に関する統一的説明は出来ない。若しこの状態の氷下海水(S 2.9.54%を最低値とする)や流水が根室湾内水や太平洋沿岸水に対する肥沃効果は、表層水での稀釈率が10%台として付加窒素量は30-50μg/l程度になる。

### 2) 親潮系水の肥沃度

親潮系水について硝酸塩などの栄養塩を測定した北大水産学部<sup>(12)</sup>や東北区水研<sup>(13)</sup>の資料に従って、

親潮接岸分枝系水に相当する釧路南東沖合或はエリモ岬東方域水の鉛直水質分布を100m以浅層で見ると(第2図)、窒素は4月に100-200  $\mu\text{g}/\ell$  が全層に分布して文字通りの親潮であるが6月の20-30m以浅層、即ち植物生産が活発化される時期の受光層は10  $\mu\text{g}/\ell$  以下の低肥沃水であり、この時期では浅海域に対しては受光層以深水の移動がなければ、水質的肥沃効果はないことになる。

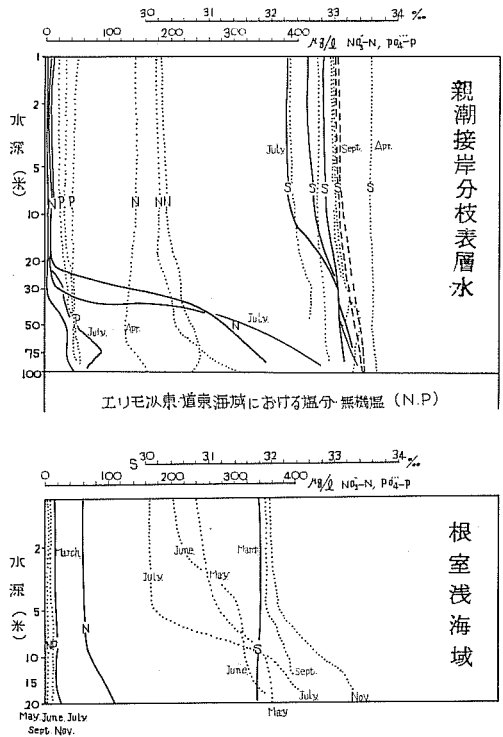
3) 親潮系水の分布する浅海・内湾域の肥沃度

親潮系水の影響域は大きく分けてエリモ以東とエリモ以西に分けられる(第3図)。エリモ以東の沖合は大陸棚以浅域に分布する沿岸の水との関係でのみその特性が影響されるに対してエリモ以西の日高・胆振・渡島一円は周辺沿岸域の沿岸水に加えて、季節により、地域によって、津軽暖流系の水の影響を受ける。

エリモ以東浅海域における肥沃度は僅か根室湾内の根室港周辺と太平洋側の花咲港周辺しか測定していないが、第2図にも示したように根室港周辺<sup>(10)(11)</sup>は前記流水の水質特性でのべたように沖合水の効果は11月以降、特に流水定着期に限られ、花咲沿岸<sup>(10)(11)</sup>では親潮系水の影響を受けて安定した肥沃化傾向が見られ、高肥沃度外洋型である。

エリモ以西浅海域における肥沃度は、北部沿岸域の苫小牧、南西部沿岸域の川汲、噴火湾内一円、<sup>(15)(16)(17)(18)</sup>で測定された。これらの資料は必ずしも同一年次とは限らないので、年変動の影響を受けるが、共通した傾向として、窒素量(リン酸塩も同様)はS33.8‰以上と塩分の高くなる10-11月以降から急増、或は漸増し、翌年3-4月以降のS33.0~32.6‰を下まわると減少して行く傾向がある。(第4.5.6.7図)

第4・5図で示した事例のうち、苫小牧の場合は単年の5-11月間のみで、生きのいゝ親潮系水が分布する時期に観測されていないので適切な例ではないが、10-11月にかけてS33.6-33.8‰以上、水温13-9℃、の時期に肥沃度の増加が見られる条件について、津軽暖流系水の受光層以深に蓄積されている高肥沃水の湧昇効果によるものと考えられる。即ち、小藤<sup>(6)</sup>によると、エリモ以西の津軽暖流は7月頃から次第に反時計廻りの環流を形成し、この環流は8・9月に最も発達、10・11月に次第に弱まり消失すると推定しているので、この見解に従えば環流中心域に集められる湧昇



第2図 エリモ以東・道東海域における塩分、無機塩

図中、Nは硝酸態窒素、Pはリン酸態リン、Sは塩分を示す。

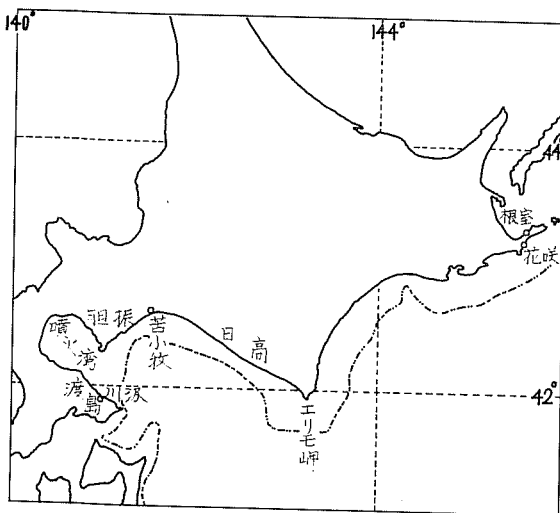
親潮接岸系水のうち、4月はおしよる丸<sup>(12)</sup>、7、9月はわかたか丸<sup>(13)</sup>の資料を引用

根室浅海域については、実線(3月)が太平洋側花咲沖、点線(5.6.7.9.11月)はオホーツク側根室湾沿岸を示す。

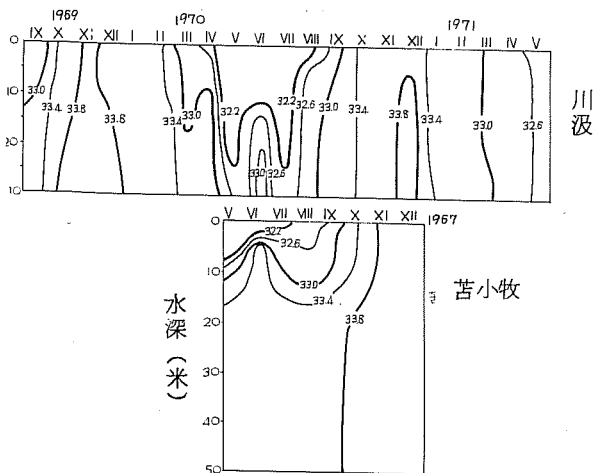
水は、環流すい退と共に次第に広域に分布することになる。なお日本海対馬暖流系水の分布する浅海域のような低肥沃度外洋型<sup>(19)</sup>でも、12月以降からの冷却対流によって肥沃化し、2-3月頃には常量、無機窒素 $50-70 \mu\text{g}/\ell$ 程度にまで達するので、冬期に向っての冷却、対流効果はこの場合でも考えられよう。

エリモ以西浅海内湾域における親潮系水の影響事例として、第4・5図の川汲と第6・7図の噴火湾の肥沃構造図をあげた。噴火湾は道周辺域中最も養殖漁場として活用されている湾であり、又川汲はこの湾外南方に隣接したコンブ養殖場として期待されている海域である。いずれも海藻の肥培管理上肥沃構造図は重要であり、その傾向は前記したように、塩分増減と平行し、10-11月以降から3-4月迄が窒素、塩分などの水質特性は垂直的に均一化し、安定した肥沃度を示す時期である。秋期以前と春期以降の増減傾度、或は持続性は年により変動している。

この海域における親潮系水の分布期や水塊特性について再度文献を引用すると小藤<sup>(6)</sup>は、完全に親潮水となるのは湾外で1月、湾内は2月であって、3-4月には融氷水を混合した塩分 $33.3\%$ 以下の親潮系水接岸を報じ、大谷<sup>(7)(8)(9)</sup>らは、親潮系水の特性指標から、親潮接岸分枝(塩分 $33.0\sim 33.3\%$ 、水温 $3^{\circ}\text{C}$ 以下)と沿岸水(塩分 $33.0\%$ 以下、水温 $2^{\circ}\text{C}$ 以下)の二つの水型に分け、湾内に流入する融氷水を含んだ沿岸水は3-4月に流入するを通常の型とした。また、湾内では対馬暖流水の冬期対流によって、固有水(塩分 $33.8\%$ 以上、水温 $3-6^{\circ}\text{C}$ )が形成されると報じた。即ち本湾内における各種系水には、親潮系水と春期以降の変質水、対馬暖流系水とその冬期対流による湾内固有水があって、これらの分布時期や範囲は湾外からの流入量とその後の変質内因・外部条件によって決定される。例えば、親潮系水の水質の肥沃効果に

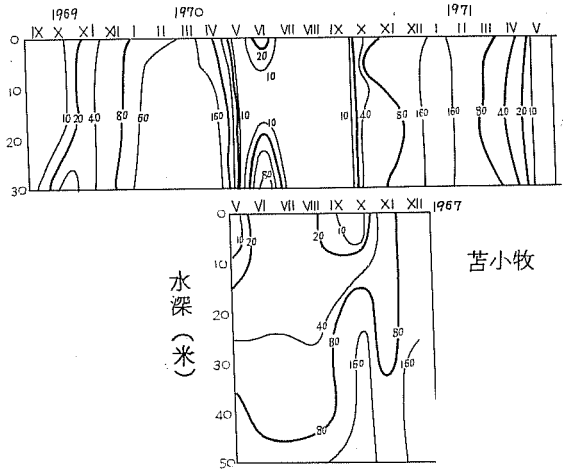


第3図 親潮系水の影響圏内における浅海調査域



第4図 エリモ以西・道南浅海域における無機窒素三態(N $\mu\text{g}/\ell$ )の深度毎・時期変化

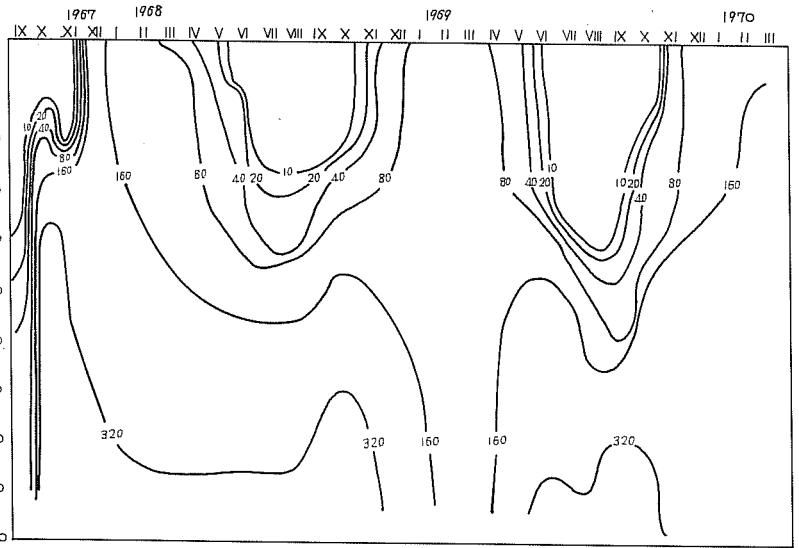
ついで見ると、第6、7図で示したように、1968年には2月以降、1969、1970年には4月以降に流入した親潮系水の水質の肥沃度低下は急激である（基礎生産系から見ると、低下分だけが植物プランクトンに転換した事になるが、海藻の必要とする肥料量上からは生産力が弱まったと判断される）。1969、1970年に見られた固有水形成圏の卓越年にはたしかに高肥沃度の維持期間が長くなっている。このように、浅海内湾域における肥沃構造のもつ機能性については、各種系水の分布様式と密接な関連があるわけで、今後とも吟味すべき問題



第5図 エリモ以西・道南浅海域の塩分 (S‰) の深度別・時期変化

点は極めて多い。

いづれにしても、このような年間の肥沃度増減傾向によると、ノリ・ワカメ種苗の中間育成期である9-10月と、コンブ伸長盛期の4-5月以降は、これら系水のもつ肥沃機能のない時期に相当するので、施肥などによる適切な肥培管理技術の確立が重要であると考えている。

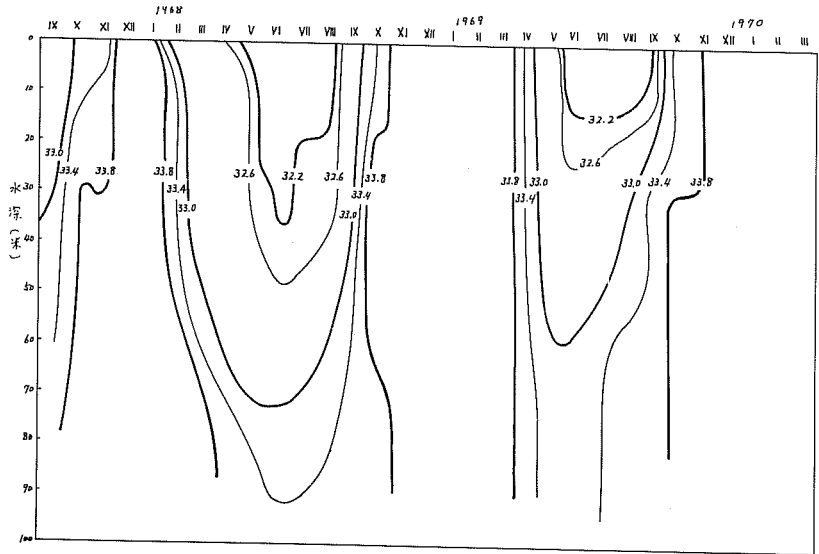


第6図 噴火湾最深域における無機窒素三態 (N μg/l) の深度別・時期変化

### 3. 後記

北海道周辺域の海藻養殖技術体系における肥培管理科学は重要であるにも拘らず、研究蓄積が少ない。肥料検出のための指標抽出に関する理念、同指標使用上の分析化学的吟味(より精度高く、より簡便・迅速に)、実践上の予算、人員の問題点など、阻害因子は多い。このような難点をかえって、感度高く、より

も、機毎に蓄積してきた著者の資料により、不十分なながらも一応の肥沃度パターンを作っている。今後は海洋構造に関する関連諸情報をふまえた上で、肥培管理に関する科学技術水準を高める必要がある。農学における土壌学、肥科学の



第7図 噴火湾最深域における塩分 (S‰) の深度別・時期変化

体系化が確立されたように。以上のような問題意識の下に、浅海内湾水の肥沃構造に与える親潮系水の影響をその事例として報告した次第である。

討 論

小山治行 ( 広大水畜産 ) : 浅海内湾漁場域を肥沃化する効果は、親潮系外洋水にあるのか、または対馬暖流系、親潮系の双方にあるのか。

駒木 : 親潮系、津軽暖流系いずれも受光層下限深度が窒素、リンなど栄養塩の躍層であり、特に窒素量の変動はシャープである。一般的には受光層厚のうすい親潮系水が水質的肥沃度が高いが、津軽暖流系水の分布時期には湧昇や冬期対流による垂直均一化と言う外部条件が作用するので、受光層厚程度の浅海漁場水深に対しては、津軽暖流系水 ( 湾内固有水も含めて ) の方が水質的肥沃効果の可能性をもっていると言える。なお、海深の肥培管理的面で見ると、両海流系水の分布前後のいずれも重要な時期に相当しているため、肥沃化のための外部条件を検討することが今後の課題である。

宇田道隆 ( 東海大海洋 ) : i) 噴火湾内の  $S > 33.8‰$  ( 津軽暖流系水 )、 $S < 33.0‰$  ( 親潮系水 ) の水の入れ代りはかなり急激に起るのか？それは気象的原因に関係するのか。ii) 青白い水にアンモニアNが多いというのは、盛冬対流最盛期に形成されることと関係があるか？

駒木 : i) 湾内への各海流系水流入契機は小藤<sup>(6)</sup>によると、湾外における暖流系水の反時計廻り環流のすいたいが流入の契機であって、湾口から突如流入する条件として風などの気象条件をあげている。大谷らに<sup>(9)</sup>よると、親潮系水は流入初期から徐々に反時計廻りしつつ、その分布範囲を広

げるような流入のしかたをすると言われている。ii) 氷質と形成条件はオホーツク氷の氷質に関する時期・場所の形成条件については、オホーツク海の生産性解明のため重要な手がかりになるとは考えているが、不勉強のためよく分らない。

## 引用文献

1. 駒木(1964):沿岸海洋研究ノート,3(2), 18~22.
2. 三宅ら(1966):海水の化学,188~189,海洋科学基礎講座、東海大学出版会.
3. 水産庁(1969):漁業資源研究会誌,10、128~130.
4. 茄子川(1960):北水研報告、(2)、15~30.
5. 秦(1965):日本海洋学会誌、21(5)、1~9.
6. 小藤(1950):噴火湾近海海洋調査報告、2~62. 室蘭市.
7. 大谷、秋葉(1970):北大水産彙報、20(4)、303~312.
8. 大谷(1971):北大水産彙報、22(1)、58~66.
9. 大谷、秋葉、吉田、大槻(1971):北大水産彙報、22(2)、129~142.
10. 駒木、佐藤(1967):根室地方におけるノリ、ワカメ養殖場調査研究、1~3報。  
北水研業績、C68~70.
11. 駒木、佐藤、米沢(1967):根室海域におけるノリ、ワカメ養殖場の水質調査の概要と資料1~54、根室漁業協同組合.
12. 北大水産学部(1968):海洋調査漁業試験費報(12)、132~138.
13. 東北水研海洋部(1970):北方亜寒帯海域に関する総合研究、昭和45年度、概要一  
49~51.
14. 駒木、久保、佐藤(1968):苫小牧港沖措土に伴う漁業影響調査報告、苫小牧港建設事務所編、34~53.
15. 北海道区水産研究所(1964):豊浦町管内海藻及び水理、水質調査概況、コピー.
16. 駒木、久保、佐藤(1968):栽培漁業開発基礎調査資料、北海道開発局編、4~76.
17. 駒木、久保、佐藤(1970):栽培漁業開発調査資料、北海道開発局編、35~110.
18. 駒木、久保、佐藤(1971):栽培漁業開発調査資料、北海道開発局編、46~96.
19. 駒木、佐藤、渡辺(1970):余市湾水質調査資料、未発表.