

有明海福岡県地先におけるノリ漁場内の栄養塩分布

藤井 直幹・池浦 繁
(有明海研究所)

有明海は潮汐差が非常に大きく、その湾奥に位置する福岡県では、発達した干潟を利用したノリ養殖が主要な漁業種となっている。有明海福岡県地先のノリ養殖は、長さ8～11mのFRP製の支柱を干潟に垂直に建て、そこにノリ網を水平に張る支柱式養殖と呼ばれる方法で行われ、ノリ網は満潮時には水面に浮動し、干潮前後の低潮時には空气中に露出する。有明海福岡県地先では、たびたび、ノリ漁中に栄養塩類が低下し、ノリの品質を低下させる「色落ち」が発生し問題となっている。

本研究は、夏季ではあるが本県ノリ漁場内の潮汐に伴う海況変化を調査した結果、干潮前後の低潮時に栄養塩が増加する漁場が見られた。

キーワード：有明海、ノリ養殖、低潮、栄養塩

有明海福岡県地先ではノリ養殖に必要な栄養塩量は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の和である無機三態窒素量¹⁾(Dissolved Inorganic Nitrogen, 以下「DIN」という)で $7\mu\text{mol/l}$ 以上¹⁾とされる。

ところが、当海域ではノリ漁中に、たびたびこれを下回るDIN不足が生じ「色落ち」が発生している。「色落ち」はノリの品質を低下させるため、生産額の低下を引き起こす。²⁾特に育苗期の「色落ち」はその年に使用するノリ網の良し悪しを左右するため大きな問題となる。有明海研究所では福岡県海域のノリ漁場内において、ノリ漁中に週2～3回の頻度で満潮時に海況調査を実施しているため、様々な報告はされているが、満潮時以外の海況についての報告はない。有明海は潮汐に伴う干満の差が激しく最大で6m程もあり、引き潮時には河川から豊富なDINを含む河川水がノリ漁場に流入するため、DINの分布動向は潮汐により大きく変動すると考えられる。

本研究は、夏季ではあるが本県ノリ漁場内の潮汐に伴う海況変化を調査した。その結果、潮汐に伴うDIN、塩分の変動を明らかにした。また、DIN、塩分は流入河川の流量の影響を大きく受け、流入河川の流量が多い場合はその影響範囲が広がることを明らかにしたので報告する。

方 法

調査は図1に示すノリ漁場内の調査点で、2006年6月

5日、6月12日、2007年7月17日、7月24日の大潮時、小潮時に各1回実施した。調査日の潮汐は表1に示したとおりである。調査時間は7時～18時とし、1時間毎に表層水を採水しサンプルとした。

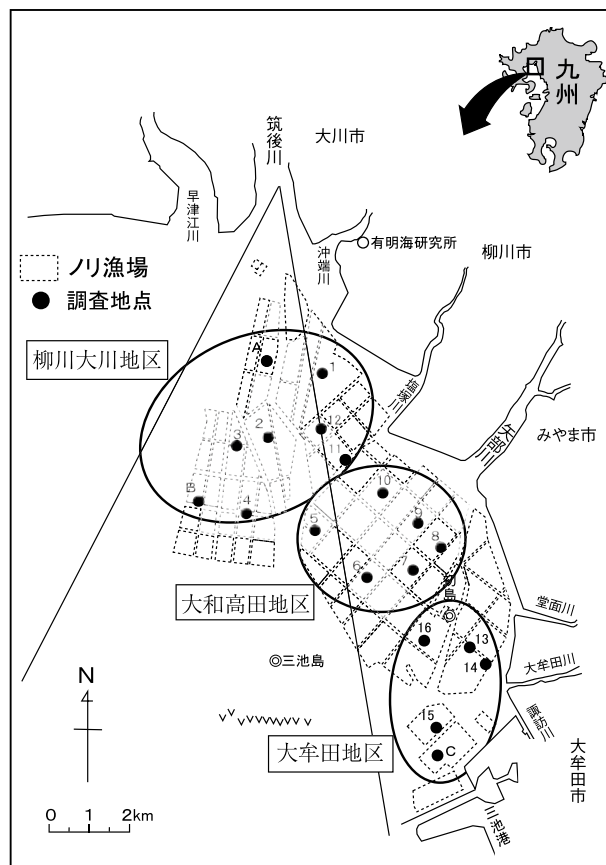


図1 調査点

表1 調査日の潮汐

	満潮時刻	潮高	干潮時刻	潮高
'06年6月5日	3:14	377cm	9:44	209cm
小潮	15:51	348cm	22:00	196cm
'06年6月12日	9:01	470cm	3:23	155cm
大潮	22:09	489cm	15:26	39cm
'07年7月17日	10:40	487cm	4:54	149cm
大潮	23:26	494cm	17:02	65cm
'07年7月24日	2:42	385cm	9:42	188cm
小潮	16:37	363cm	22:24	262cm

サンプル水の DIN 分析は BLTEC 社製のオートアナライザー SwAAt により行った。また、サンプル水の塩分測定は、鶴見精機社製の卓上型塩分計 DIGI-AUTO MODEL-5 により行った。調査には有明海区研究連合会の協力を得た。

調査分析結果をもとに、大潮時、小潮時の DIN、塩分、漁場内の水平分布、経時変化を解析した。また、図1に示すとおり、漁場特性が異なるとして、当研究所で常用する地区区分（柳川大川、大和高田、大牟田）に従い、地区内あるいは地区間の解析を行った。

結 果

1. 大潮時の DIN 分布

2006年6月12日満潮時の DIN 分布を図2に示す。満潮時の DIN は、柳川大川、大和高田、大牟田各地区の北部岸寄りが高めの値、それぞれの南側で低めの値であった。DIN の平均値は $5.6\mu\text{mol/l}$ と低水準であり、最低は $1.95\mu\text{mol/l}$ 、最高は $11.6\mu\text{mol/l}$ と、調査点間で約10倍の差が見られた。

干潮時刻の前後1時間となる14時～16時の低潮時の DIN の分布を図5に示す。満潮時に比べ、漁場全体で DIN は増加し、特に柳川大川地区の北部、大牟田地区の南部では14、15時に高濃度の DIN が認められ、地区間の差が顕著であった。

地区毎の DIN の経時変化を図3に示す。満潮の9時にかけて各地区ともに DIN は減少し、最低となった。干潮の15時にかけて、特に11時以降、3地区の DIN は増加傾向を示し、柳川大川地区、大和高田地区では干潮後となる16時に最大となった。大牟田地区は一度13時に最大となり、干潮前の15時に再度増加した。

図4に柳川大川地区、図6に大和高田地区の潮高と DIN の相関関係を示す。潮高と DIN に負の相関がみられたことから、潮位と DIN に一定の関係があると考えられた。図7に大牟田地区の潮高と DIN の相関関係を

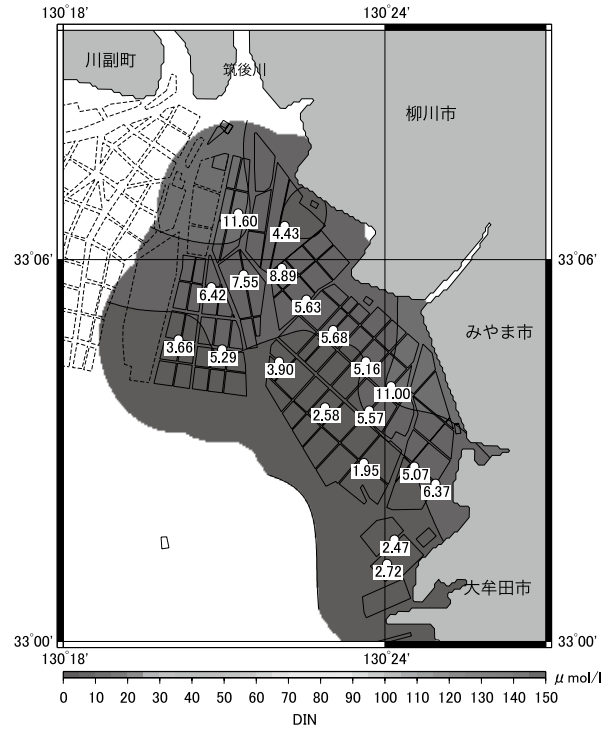


図2 大潮満潮時の DIN 分布（2006年6月12日9時）

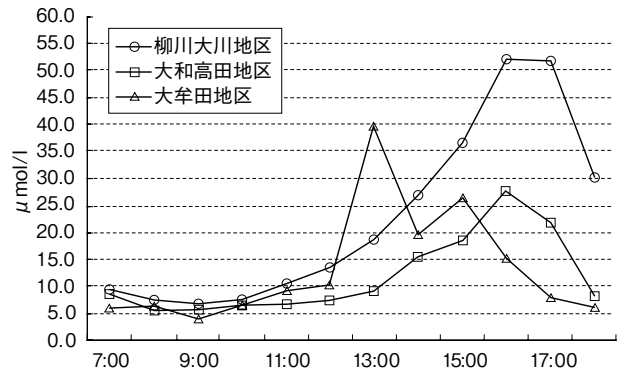


図3 地区毎の DIN 変化（2006年6月12日）

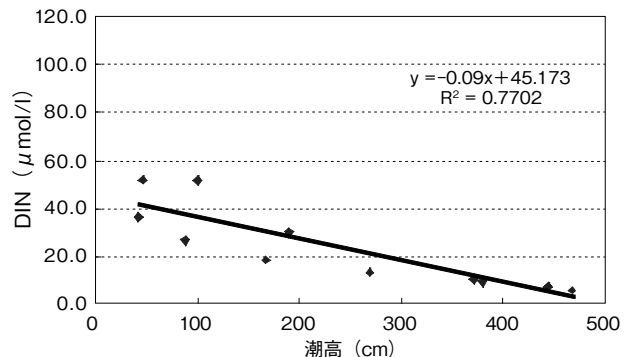


図4 柳川大川地区の潮高と DIN の相関関係

示す。潮高と DIN に相関関係はみられず、潮位と DIN には一定の関係がないと考えられた。

2007年7月17日満潮時の DIN 分布を図9に示す。満

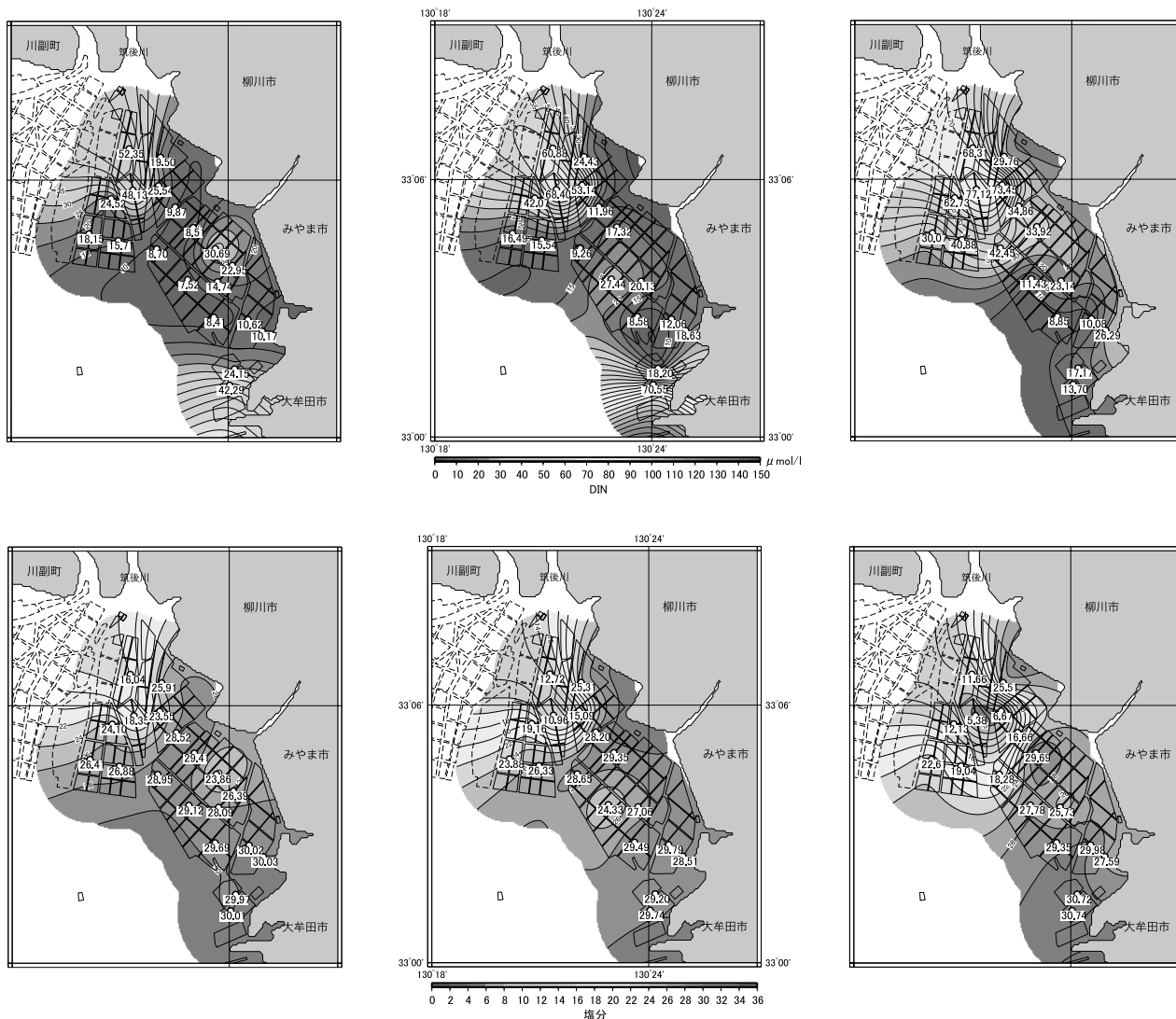


図5 大潮低潮時の DIN (上段) と塩分 (下段) の分布 (2006年6月12日 左から14, 15, 16時)

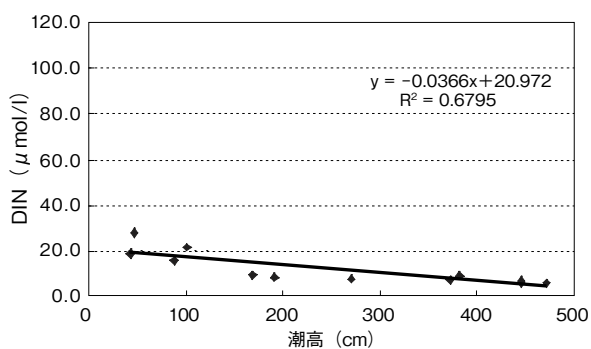


図6 大和高田地区の潮高と DIN の相関関係

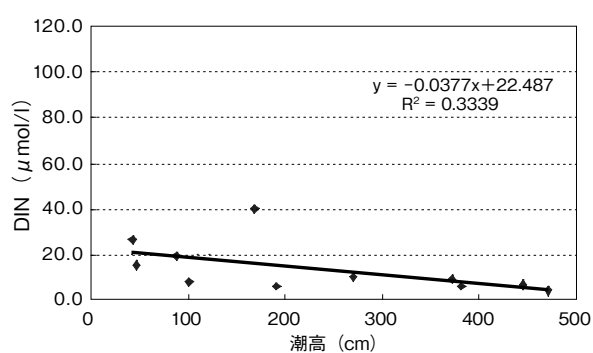


図7 大牟田地区の潮高と DIN の相関関係

潮時の DIN は1.86 ~ 30.87 $\mu\text{mol/l}$ と地区間の差は大きく、満潮時の DIN の平均値は20.1 $\mu\text{mol/l}$ と高水準であり、柳川大川地区の北部は26.82 ~ 30.87 $\mu\text{mol/l}$ と高めの値であった。

干潮時刻の前後1時間となる16時~18時の低潮時の DIN 分布を図8に示す。満潮時に比べ、漁場全体で

DIN の増加が認められ、特に柳川大川地区の北部、大和高田地区の北部で多く、大牟田地区で少ない状況であった。

地区毎の DIN の経時変化を図10に示す。

満潮の11時にかけて各地区ともに DIN は減少し、最低となった。11時以降、干潮の17時にかけて、3地区の

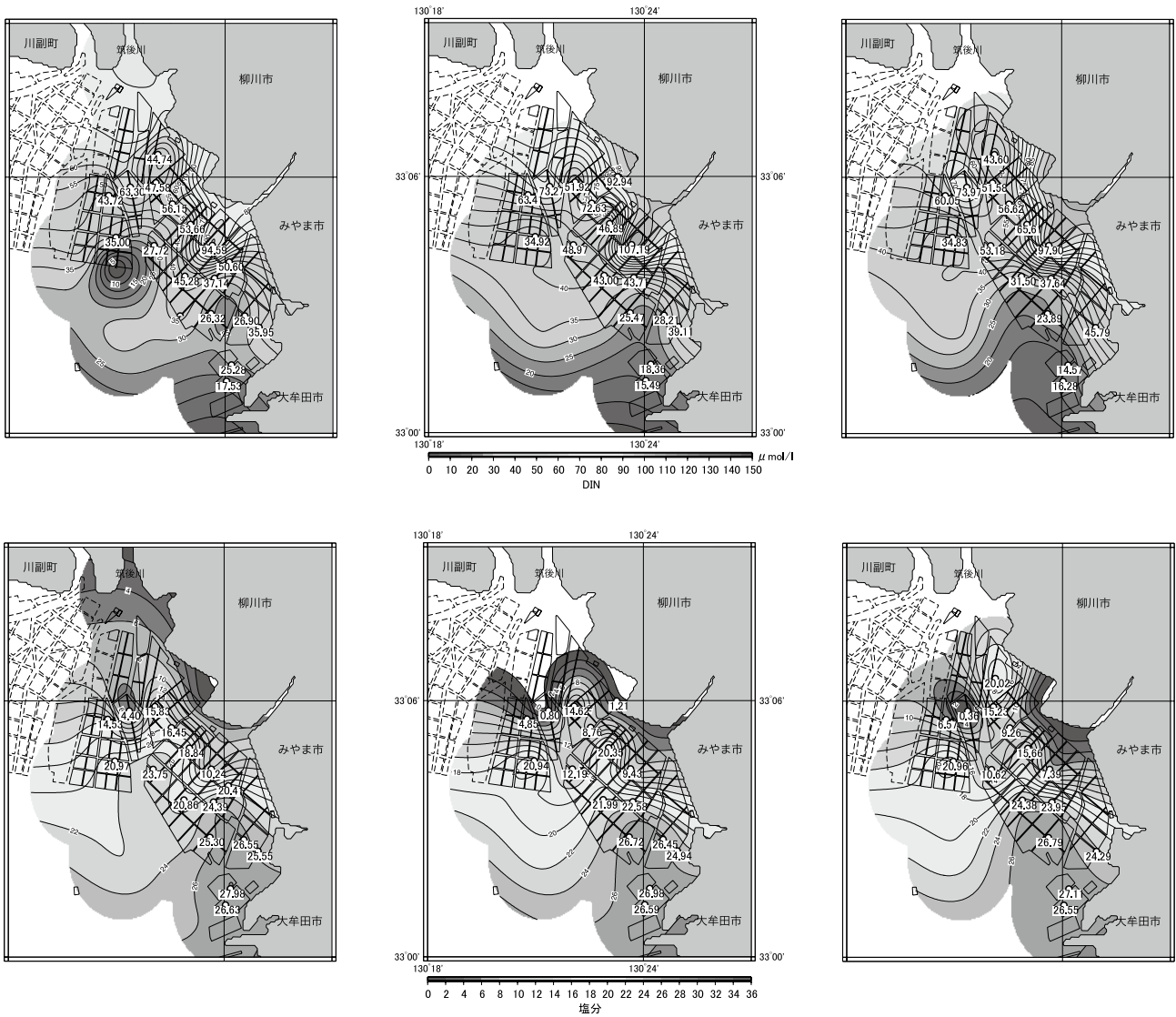


図8 大潮低潮時のDIN(上段)と塩分(下段)の分布(2007年7月17日 左から16, 17, 18時)

DINは増加傾向を示し、柳川大川、大和高田地区では干潮となる17時に最大となった。大牟田地区は干潮前の15時に最大となった。

図11に柳川大川地区、図12に大和高田地区、図13に大牟田地区の潮高とDINの相関関係を示す。大牟田地区はDINの変動は少ないが、潮高とDINに負の相関がみられ、各地区ともに潮位とDINに一定の関係があると考えられた。

2. 大潮時の塩分分布

2006年6月12日満潮時の塩分分布を図14に示す。満潮時の塩分は28.7～31.4であり、地区間に差が認められ、柳川大川地区は低め、大和高田、大牟田地区は高めであった。

干潮時刻の前後1時間となる14時～16時の低潮時の

塩分分布を図5に示す。柳川大川地区の北部で著しい塩分低下が認められたが、これに比べ大和高田、大牟田地区では大きな塩分低下は認められなかった。

地区毎の塩分の経時変化を図15に示す。柳川大川地区の塩分は、11時から緩やかに低下し、13時から16時にかけて急激に低下し、17時に上昇した。大和高田地区の塩分は急激な低下は認められず、14時から緩やかに低下し、17時に上昇した。大牟田地区はほとんど変化なく推移した。

図16に柳川大川地区、図17に大和高田地区、図18に大牟田地区の潮高と塩分の相関関係を示す。大和高田、大牟田地区は塩分の変動は少ないが、各地区ともに、潮高と塩分には正の相関がみられ、潮高と塩分に一定の関係があると考えられた。

2007年7月17日満潮時の塩分分布を図19に示す。満潮

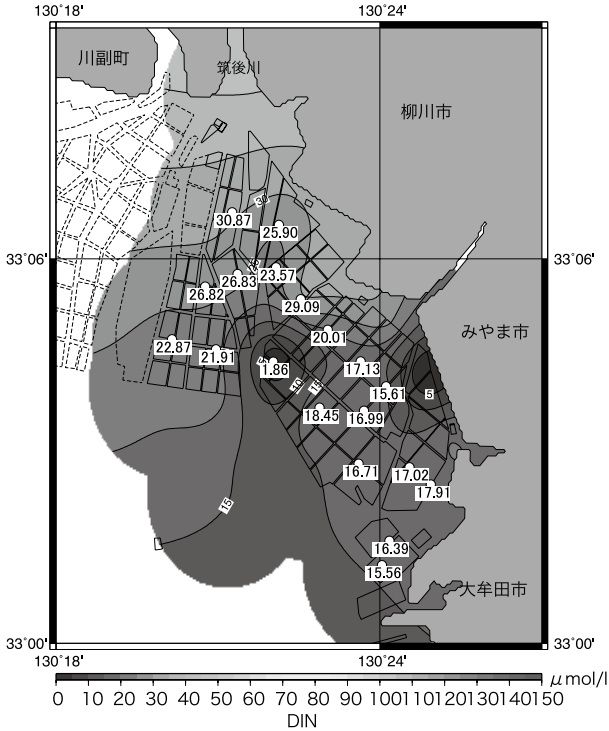


図9 大潮満潮時のDIN分布 (2007年7月17日11時)

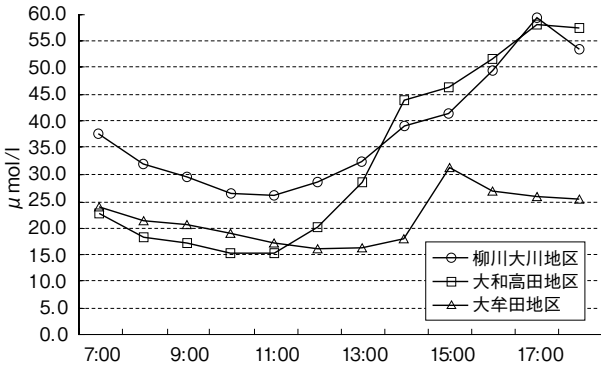


図10 地区毎のDIN変化 (2007年7月17日)

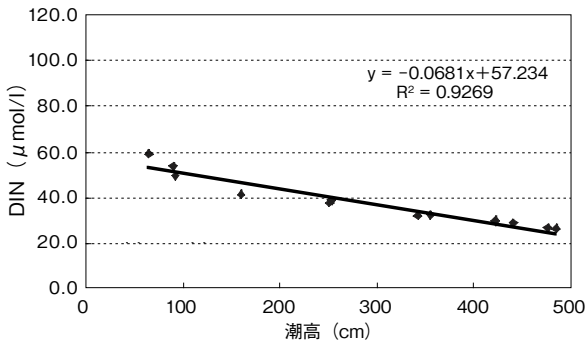


図11 柳川大川地区の潮高とDINの相関関係

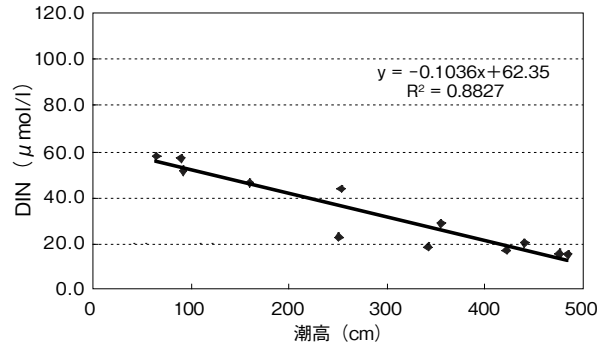


図12 大和高田地区の潮高とDINの相関関係

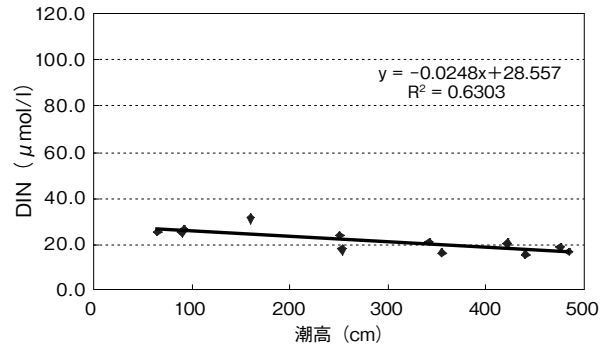


図13 大牟田地区の潮高とDINの相関関係

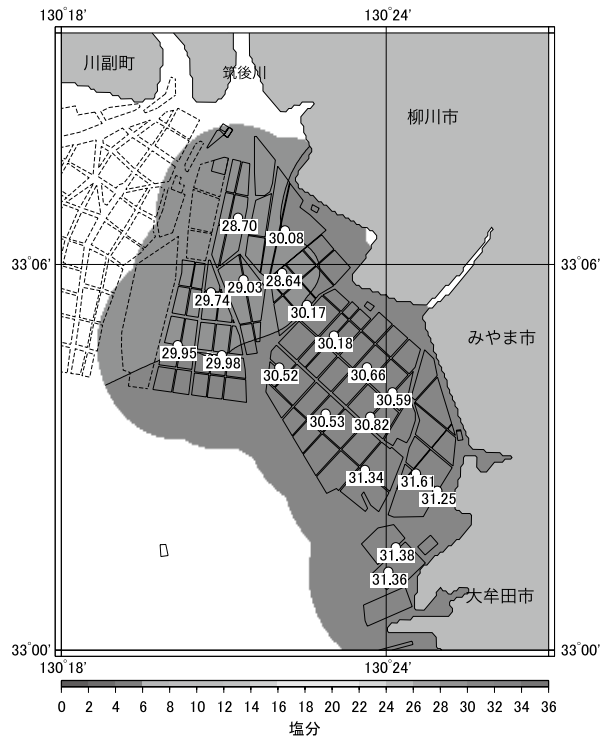


図14 大潮満潮時の塩分分布 (2006年6月12日9時)

時の塩分は18.5～27.5で、2006年6月12日に比べ、全般的に低塩分の傾向であったが、特に、柳川大川地区の北部は低い傾向であった。

干潮時刻の前後1時間となる16時～18時の低潮時の

塩分分布を図8に示す。柳川大川、大和高田地区で塩分の低下は認められ、特に両地区の北部の塩分低下は著しかった。大牟田地区では大幅な塩分低下は認められなかった。

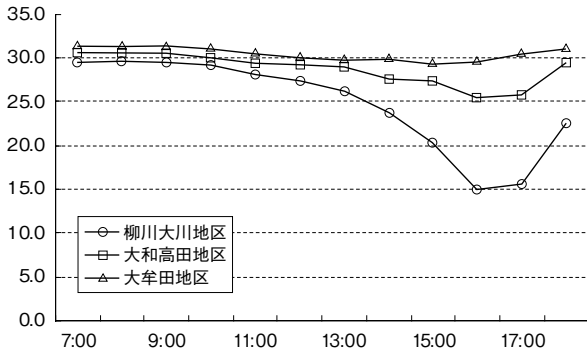


図15 地区毎の塩分変化 (2006年6月12日)

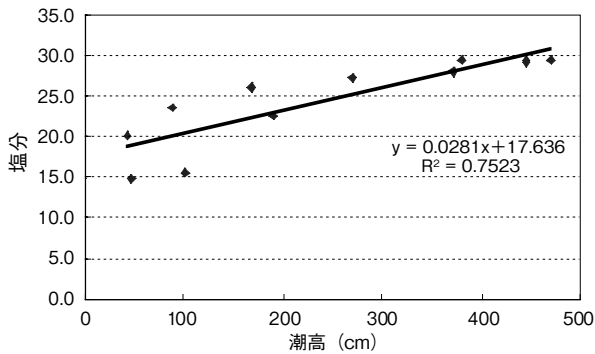


図16 柳川大川地区の潮高と塩分の相関関係

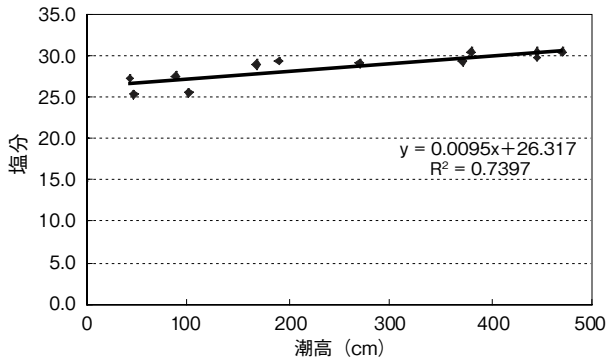


図17 大和高田地区の潮高と塩分の相関関係

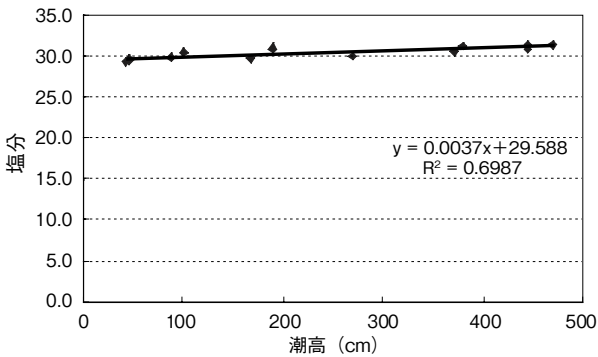


図18 大牟田地区の潮高と塩分の相関関係

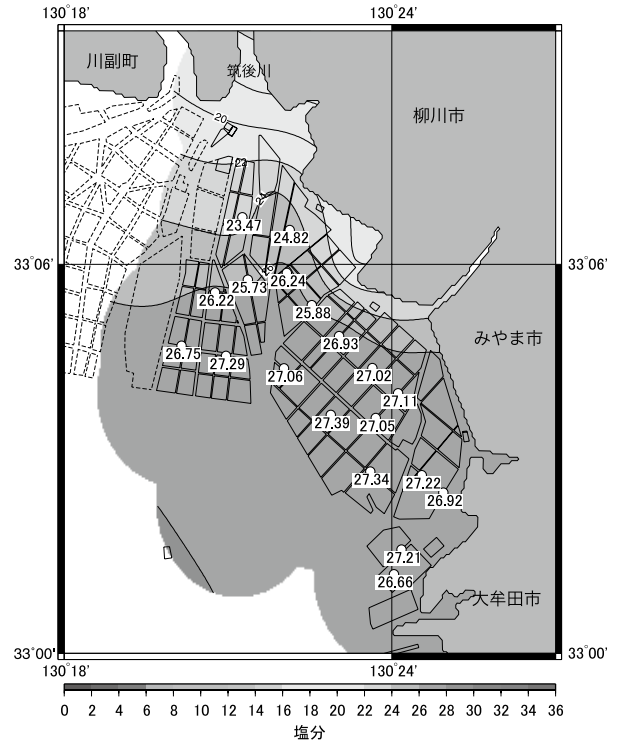


図19 大潮満潮時の塩分分布 (2007年7月17日11:00)

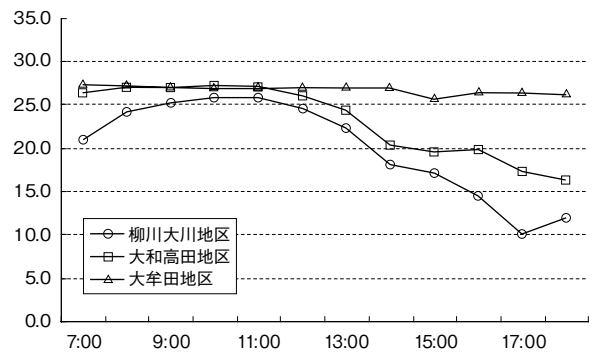


図20 地区毎の塩分変化 (2007年7月17日)

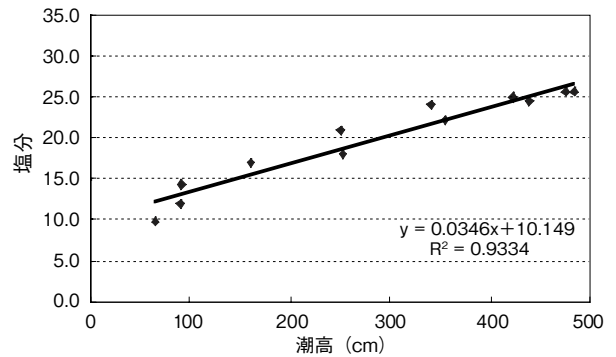


図21 柳川大川地区の潮高と塩分の相関関係

地区毎の塩分の経時変化を図20に示す。柳川大川、大和高田地区の塩分は、12時以降、干潮の17時にかけて、急激に低下したが、大牟田地区はほとんど変化なく推移

した。

図21に柳川大川地区、図22に大和高田地区、図23に大牟田地区の潮高と塩分の相関関係を示す。大牟田地区は

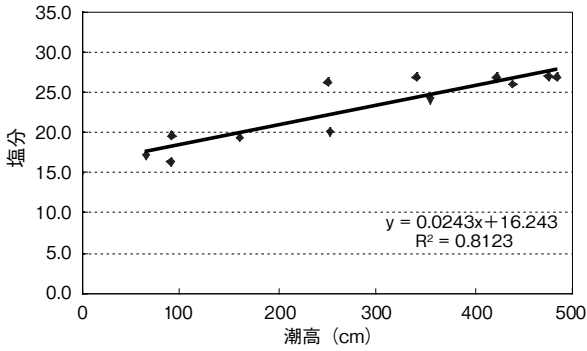


図22 大和高田地区の潮高と塩分の相関関係

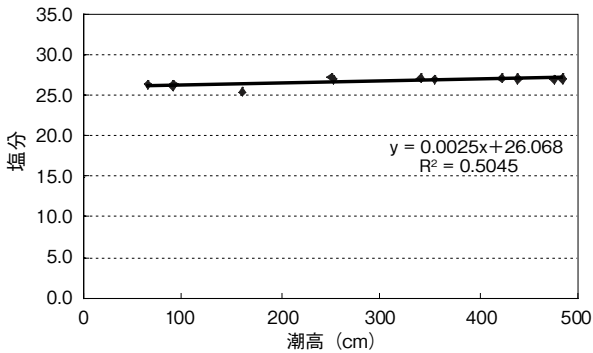


図23 大牟田地区の潮高と塩分の相関関係

塩分の変動は少ないが、各地区ともに、潮高と塩分には正の相関がみられ、潮高と塩分に一定の関係があると考えられた。

3. 小潮時の DIN 分布

2006年6月5日満潮時の DIN 分布を図24に示す。満潮時の DIN は、各地区ともに低く、DIN の平均値は $0.7\mu\text{mol/l}$ と極めて低水準であり、最低は $0\mu\text{mol/l}$ 、最高は $6.09\mu\text{mol/l}$ であった。

干潮時刻の前後1時間となる9時～11時の低潮時の DIN 分布を図40に示す。満潮時に比べ、柳川大川地区では DIN の増加が認められたが、大和高田、大牟田地区は少ない状況であった。

地区毎の DIN の経時変化を図25に示す。DIN は各地区ともに干潮の10時まで多かったが、18時までには漸減し、特に15時以降は極めて少ない状況となった。

図26に柳川大川地区、図27に大和高田地区、図28に大牟田地区の潮高と DIN との相関関係を示す。柳川大川、大和高田地区では、潮高と DIN に負の相関がみられ、潮位と DIN に一定の関係があると考えられたが、大牟田地区は潮位と DIN には一定の関係は認められなかった。

2007年7月24日満潮時の DIN 分布を図29に示す。満潮時の DIN は、各地区共に低く、平均値は $0.27\mu\text{mol/l}$ と極

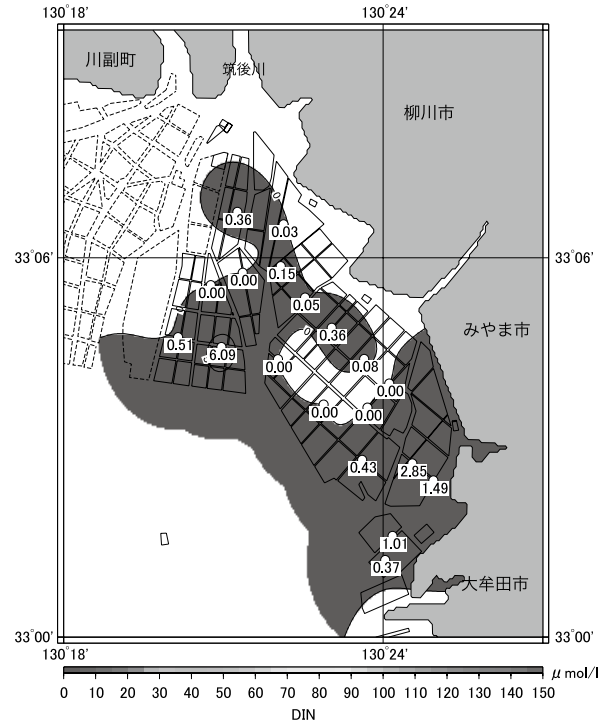


図24 小潮満潮時の DIN 分布 (2006年6月5日16時)

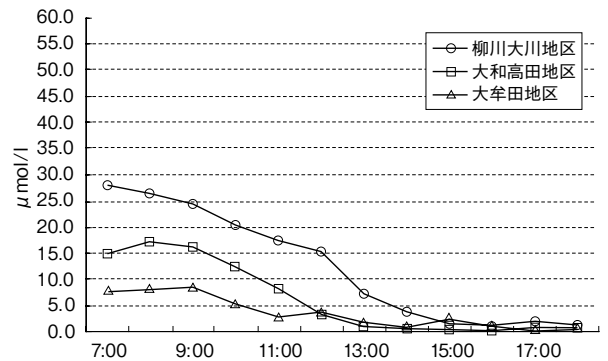


図25 地区毎の DIN の変化 (2006年6月5日)

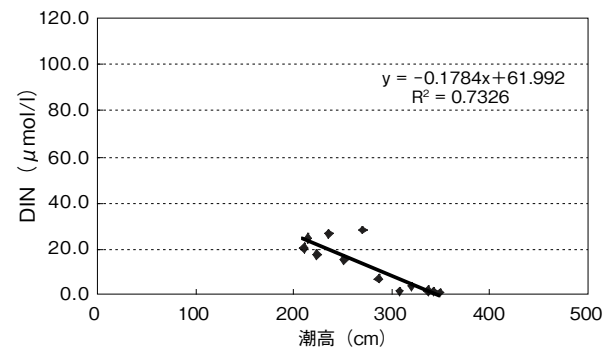


図26 柳川大川地区の潮高と DIN の相関関係

めて低水準であり、最低は $0\mu\text{mol/l}$ 、最高は $1.31\mu\text{mol/l}$ と、地区間の差は認められなかった。

干潮時刻の前後1時間となる9時～11時の低潮時の DIN 分布を図47に示す。DIN は満潮時と比べ、柳川大

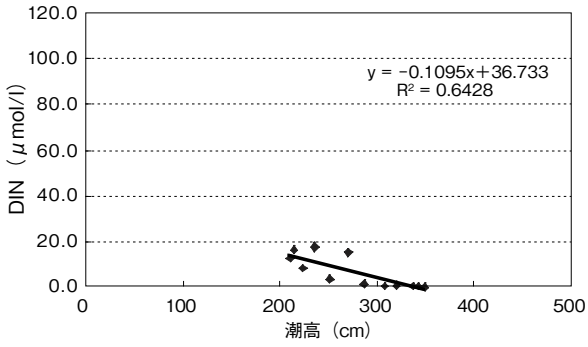


図27 大和高田地区の潮高と DIN の相関関係

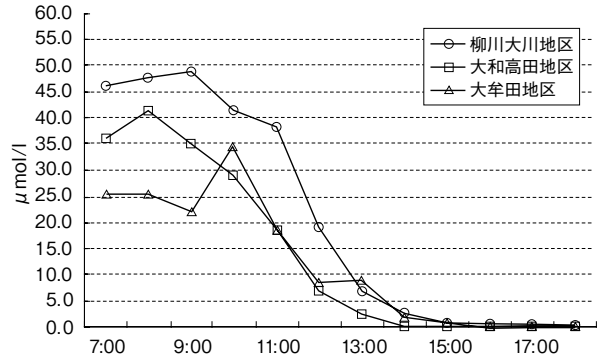


図30 地区毎の DIN 変化 (2007年7月24日)

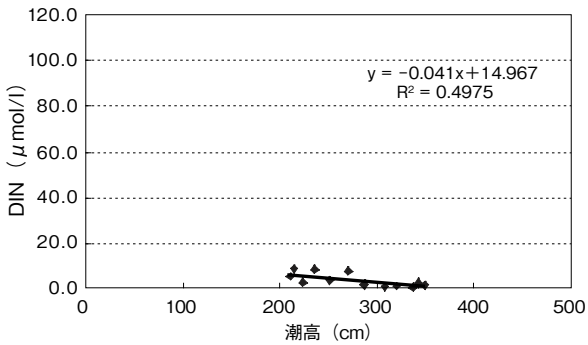


図28 大牟田地区の潮高と DIN の相関関係

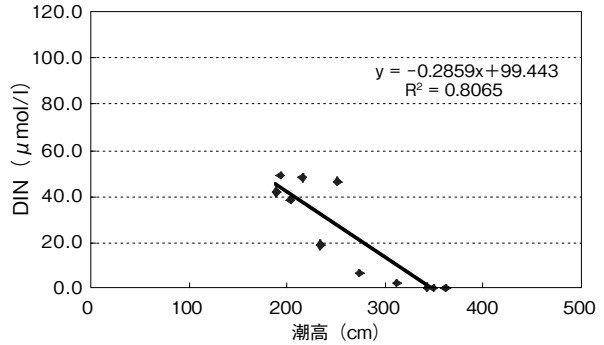


図31 柳川大川地区の潮高と DIN の相関関係

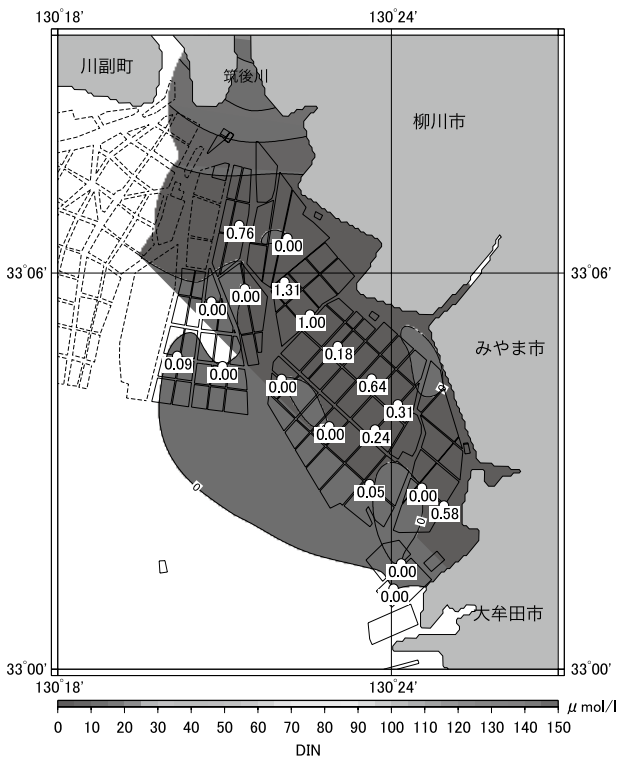


図29 小潮満潮時の DIN 分布 (2007年7月24日17時)

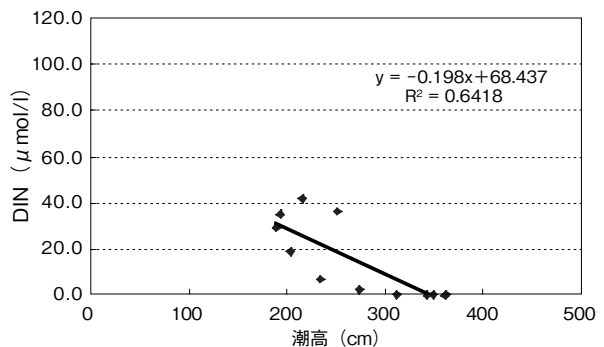


図32 大和高田地区の潮高と DIN の相関関係

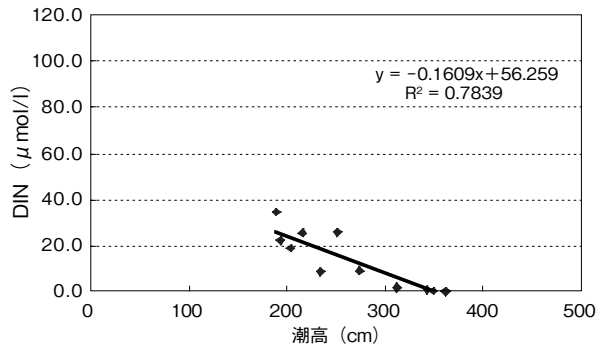


図33 大牟田地区の潮高と DIN の相関関係

川全体、大和高田地区の北部、大牟田地区の東部で著しい増加が認められた。

地区毎の DIN の経時変化を図30に示す。DIN は各地

区ともに干潮過ぎの11時まで多かったが、18時までに漸減し、14時以降は極めて少ない状況であった。

図31に柳川大川地区、図32に大和高田地区、図33に大

牟田地区の潮高と DIN の相関関係を示す。潮高と DIN に負の相関がみられ、潮位の低下と DIN の増加に一定の関係がみられた。

4. 小潮時の塩分分布

2006年6月5日満潮時の塩分分布を図34に示す。満潮時の塩分は24.2～28.2で、低塩分傾向であった。ノリ漁場の西部で低め、東部で高めであった。

干潮時刻の前後3時間となる9時～11時の低潮時の塩分の分布を図40に示す。柳川大川地区の北部は塩分低下が認められ、大和高田地区の西部は16時に低下が認められた。大牟田地区では目立った塩分低下は認められなかった。

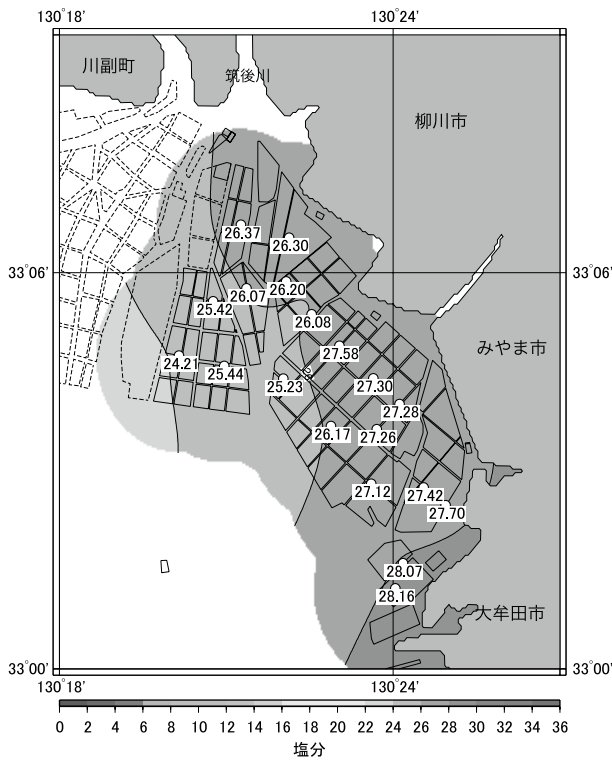


図34 小潮満潮時の塩分分布 (2006年6月5日16時)

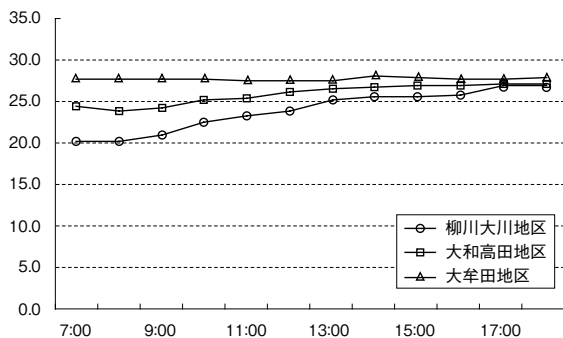


図35 地区毎の塩分変化 (2006年6月5日)

地区毎の塩分の経時変化を図35に示す。柳川大川、大和高田地区の塩分は7時～18時にかけて緩やかに上昇した。大牟田地区はほとんど変化なく推移した。

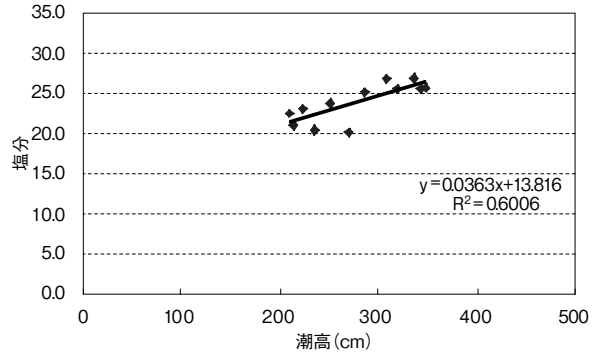


図36 柳川大川地区の潮高と塩分の相関関係

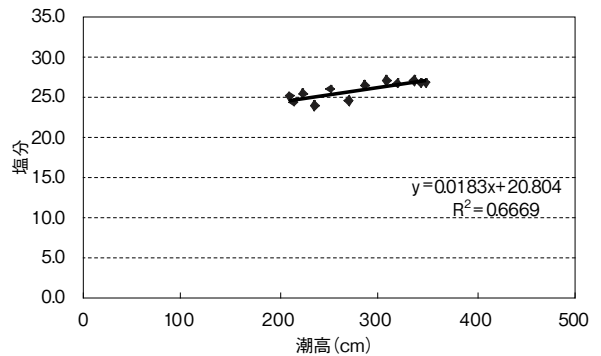


図37 大和高田地区の潮高と塩分の相関関係

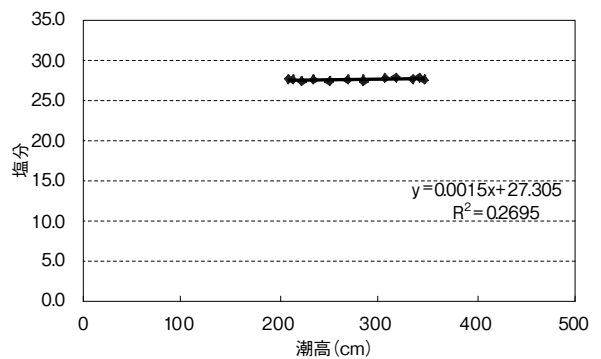


図38 大牟田地区の潮高と塩分の相関関係

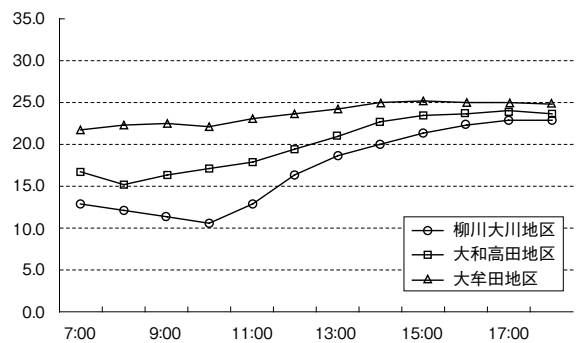


図39 地区毎の塩分変化 (2007年7月24日)

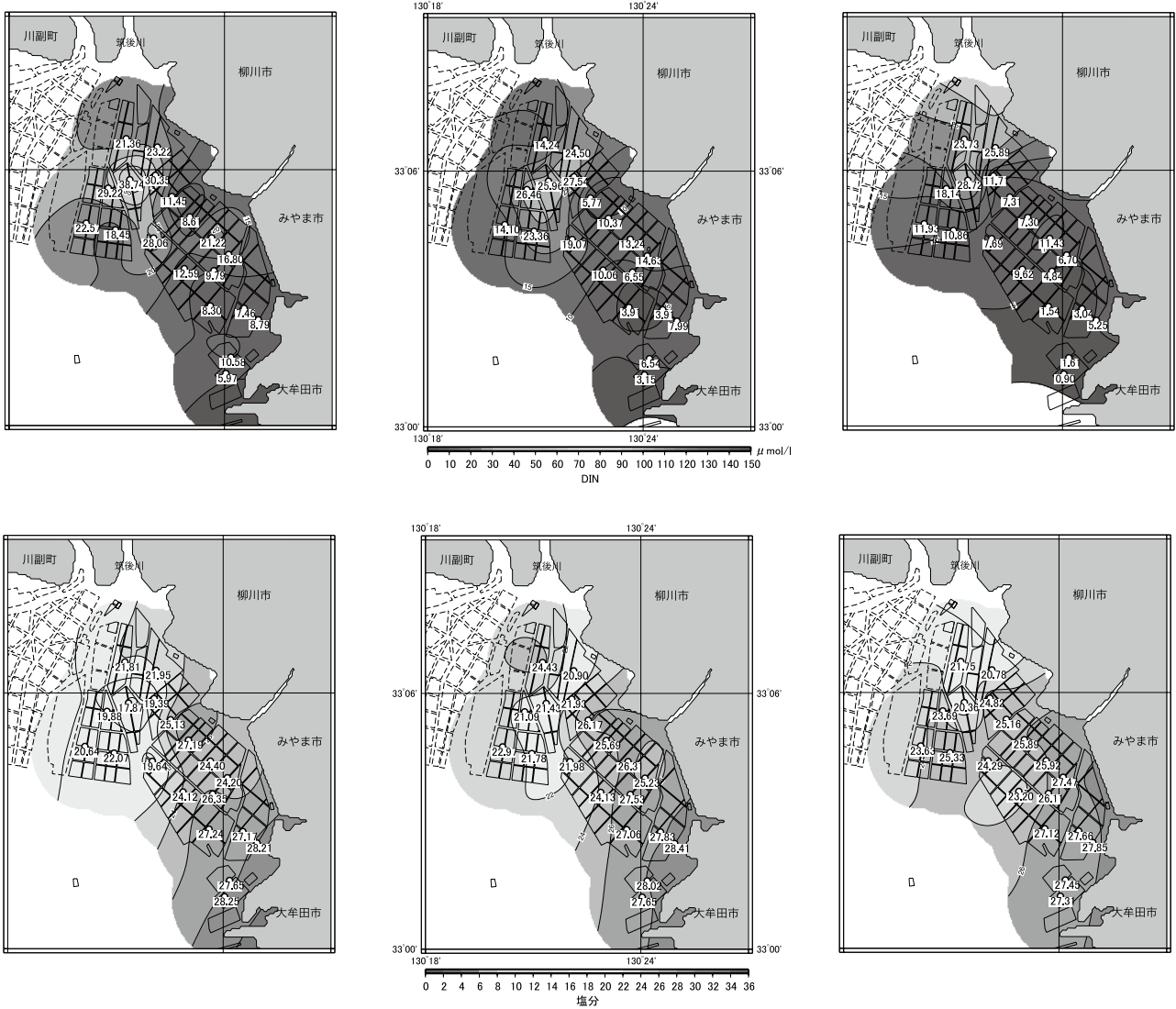


図40 小潮低潮時の DIN (上段) と塩分 (下段) の分布 (2006年6月5日 左から9, 10, 11時)

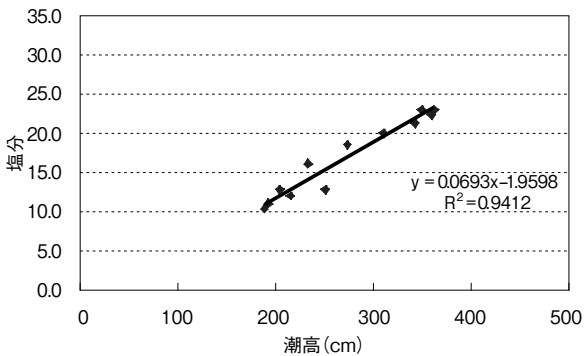


図41 柳川大川地区の潮高と塩分の相関関係

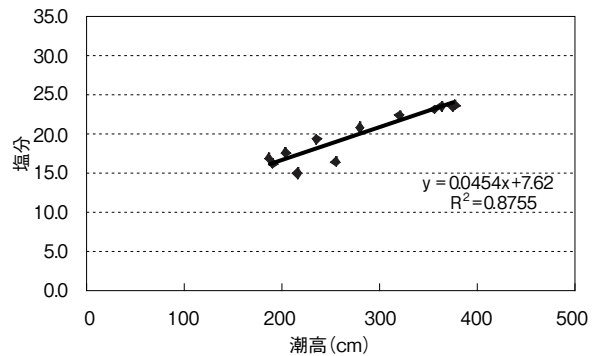


図42 大和高田地区の潮高と塩分の相関関係

図36に柳川大川地区, 図37に大和高田地区, 図38に大牟田地区の潮高と塩分の相関関係を示す。柳川大川, 大和高田地区は, 潮高と塩分は正の相関があり, 一定の関係が考えられたが, 大牟田地区には相関は認められなかった。

2007年7月24日満潮時の塩分分布を図44に示す。満潮時の塩分は20.6 ~ 25.8で, 低塩分傾向であった。特に, 柳川大川, 大和高田地区の北部で低い傾向であった。

干潮時刻の前後1時間となる9時~11時の低潮時の塩分分布を図47に示す。大牟田地区の南部を除いて低塩

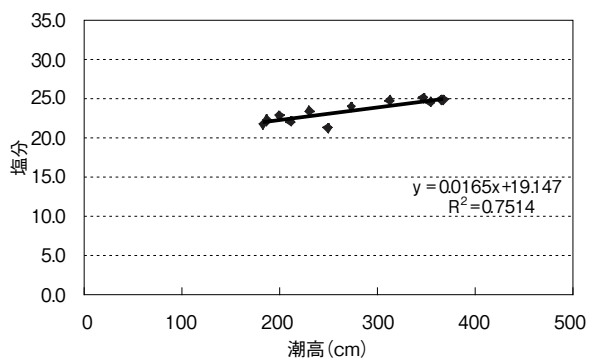


図43 大牟田地区の潮高と塩分の相関関係

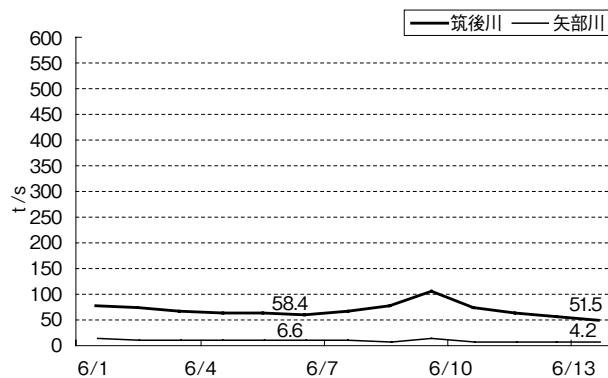


図45 2006年6月上旬の筑後川、矢部川流量の推移

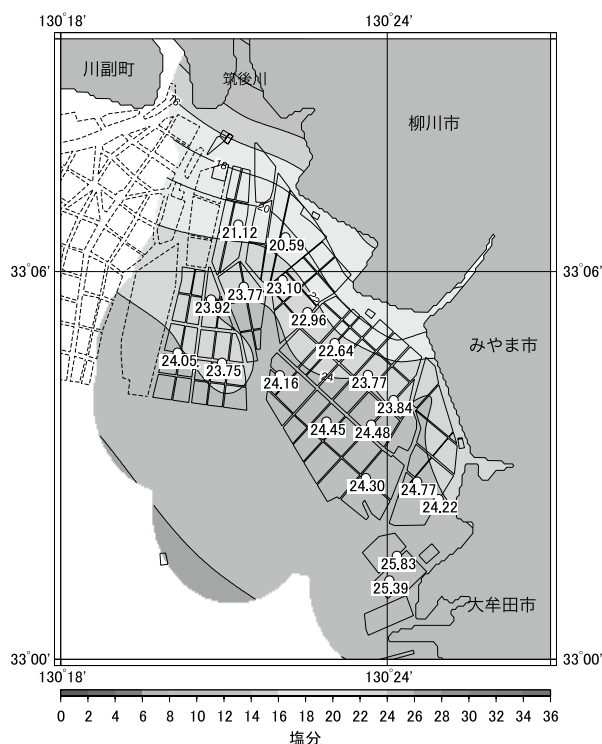


図44 小潮満潮時の塩分分布 (2007年7月24日17時)

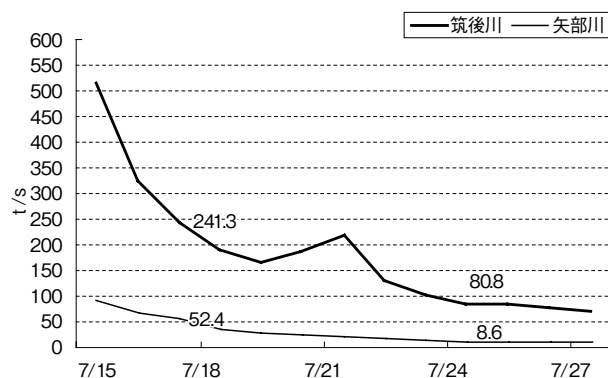


図46 2007年7月中旬の筑後川、矢部川流量の推移

考 察

有明海福岡県地先のノリ漁場内の DIN と塩分について、大潮時、小潮時にそれぞれ調査を行い検討したが、2006、2007年で同程度の潮位であったにもかかわらず、その結果は、2006年と比較して、2007年は DIN は高め、塩分は低めであり、DIN、塩分の分布、経時変化に違いがみられた。有明海の DIN 供給は河川に依存しているとの報告³⁾があり、また、河川からの淡水流入量が塩分に影響を与えていると考えられることから、DIN、塩分の動向と一級河川である筑後川、矢部川の調査日前後の流量との関連性について検討した。流量の検討に用いたのは、筑後川は、筑後大堰直下日別流量⁴⁾、矢部川は船小屋流量である。

2006年に調査を行った6月上旬の筑後川、矢部川流量の推移を図45に示す。調査実施日の6月5日(小潮)の筑後川流量、矢部川流量は、それぞれ58.4トン、6.6トン、同じく6月12日(大潮)は51.5トン、4.2トンであった。また、6月上旬の平均流量は筑後川65トン、矢部川7トンであった。

2007年に調査を行った7月中旬の筑後川、矢部川流量の推移を図46に示す。調査実施日の7月17日(大潮)の

分状態となり、特に柳川大川地区、大和高田地区の北部で著しく塩分が低下した。

地区毎の塩分の経時変化を図39に示す。柳川大川地区の塩分は変動が大きく、干潮の10時まで低下し、干潮後18時まで急激に上昇した。一方で、大和高田、大牟田地区の塩分は、7時から18時まで緩やかに上昇した。

図41に柳川大川地区、図42に大和高田地区、図43に大牟田地区の潮高と塩分の相関関係を示す。大牟田地区は塩分の変動は少ないが、各地区ともに、潮高と塩分には正の相関がみられ、潮高と塩分に一定の関係があると考えられた。

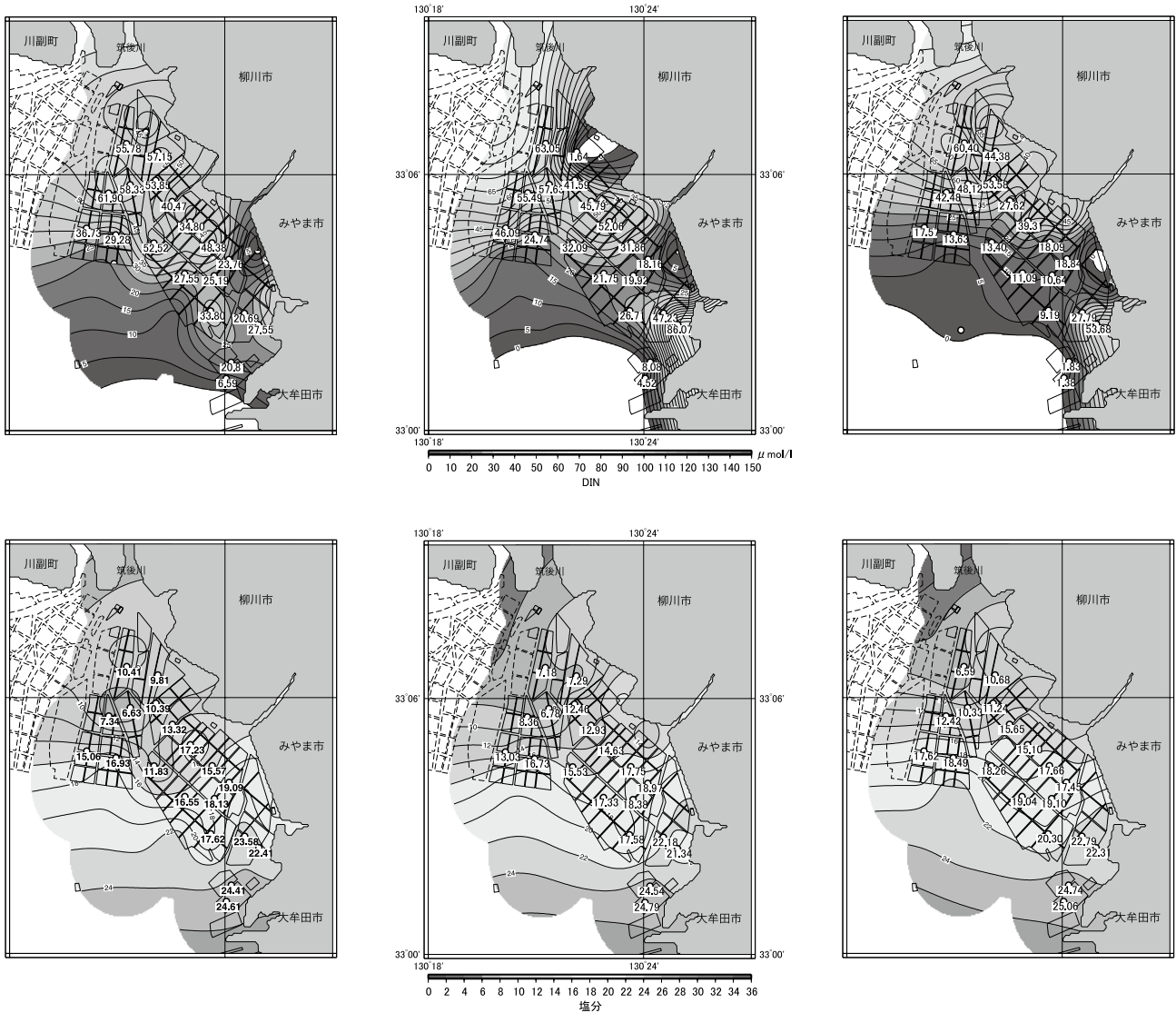


図47 小潮低潮時のDIN（上段）と塩分（下段）の分布（2007年7月24日 左から9, 10, 11時）

筑後川流量、矢部川流量は、それぞれ241.3トン、52.4トン、同じく7月24日（小潮）は80.8トン、8.6トンであった。また、7月中旬の平均流量は筑後川181トン、矢部川29トンであった。調査時の河川流量を比較すると、2007年の筑後川、矢部川流量は、それぞれ2006年の2.8倍、4.1倍であり、2007年の調査時、当海域は淡水の影響を大きく受けていた。

当海域は、塩分の変動幅に差はあるものの、大潮時には潮高と塩分に相関関係がみられ、筑後川河口に近い柳川大川地区、矢部川河口に近い大和高田地区ではより強い相関がみられ、潮位差の大きい大潮時には引き潮に伴い、河川水がノリ漁場内に拡散していることが明らかとなった。

また、小潮時には、2006年は大牟田地区では潮高と塩分に相関関係がみられない、一方で、2007年は潮高と塩

分に相関関係がみられた。このことから、小潮時は、筑後川、矢部川河口から離れた大牟田地区は、河川流量が多い場合は、河川水の影響を受け塩分が低下することが明らかとなった。

潮高とDINの関係も、潮高と塩分の関係と同様の傾向を示したことから、DINと塩分の相関関係を求めた。

図48, 49, 50, 51に、2006年6月5日、12日、2007年7月17日、24日のDINと塩分の相関関係を示す。各調査結果とも、DINと塩分は負の相関関係が高いことから、DINの増加は河川水に起因すると考えられ、河川水の流入、拡散により、満潮時にDINが少ない場合でも、引き潮時に塩分が低下する漁場ではDINの増加が期待できる。一方、特殊なケースとして図3, 5, 30, 47に示したが、大牟田地区で塩分が高いにもかかわらずDINが増加した結果がみられた。このDIN増加の要因

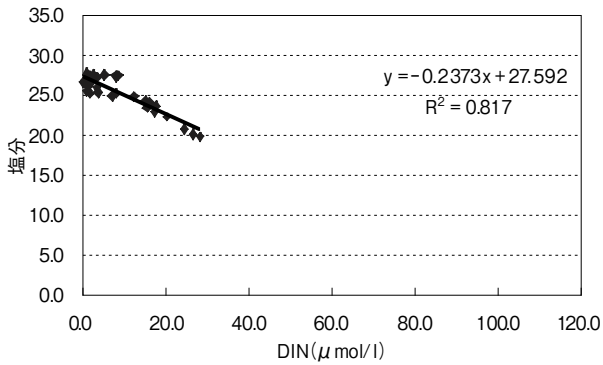


図48 DINと塩分の相関関係 (2006年6月5日)

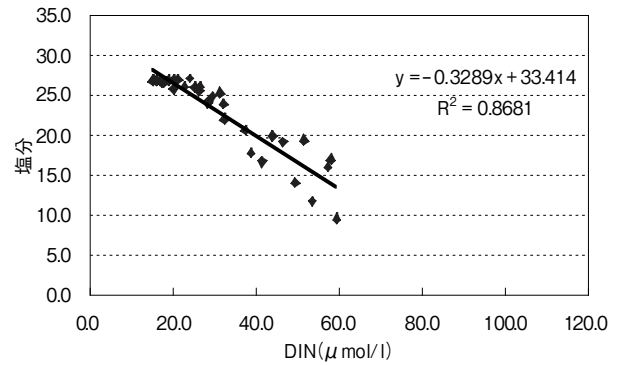


図50 DINと塩分の相関関係 (2007年7月17日)

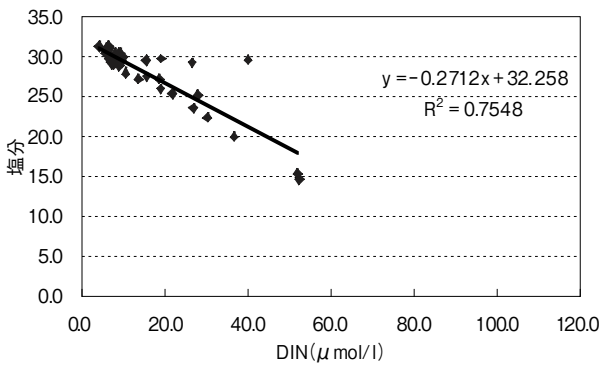


図49 DINと塩分の相関関係 (2006年6月12日)

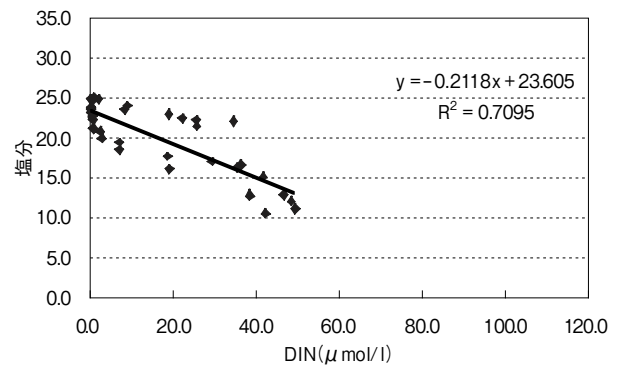


図51 DINと塩分の相関関係 (2007年7月24日)

は本田, 切田⁵⁾が報告した大牟田河口海域に出現する終末処理廃水起源のDIN水塊と考えられた。

今回の調査検討は, 夏季に行った調査であるため, ノリ養殖が開始される10月以降の海況は反映していないが, ノリ漁場内のDINと塩分の負の相関関係が明らかとなった。

有明海福岡県地先のノリ漁場内には, 水温, 塩分を1時間毎に観測し, インターネット上にその観測結果を公表している自動観測装置が, 柳川大川地区に3基, 大和高田地区に1基, 大牟田地区に2基配置され, ノリ漁期中稼働しているため, 各ノリ漁場の塩分を把握することは容易であり, DINが不足した場合でも下げ潮時に, 塩分が低下する漁場では, DINの増加した低塩となった海水(以下「低塩水」)を利用することで, 色落ちの回避手段の一つとなりうる。

しかし, 塩分21以下の海水はノリの生長を阻害する⁶⁾ため, その利用にあたっては, 塩分濃度を十分に把握する必要がある。また, 低塩水の利用を図るにはノリ網の干出水位を下げる必要があり, 病害の感染, 蔓延, ノリの品質低下が懸念されるため, 生産状況や漁場に応じた臨機応変の対応が課題となる。

文 献

- 1) 山下輝昌: 有明海湾奥部におけるノリ生産とプランクトンの指標性. 水産増殖, 24, 1-9 (1976)
- 2) 小谷正幸・福永剛: 2000年度ノリ漁期における色落ちの発生状況. 福岡県水産海洋技術センター報告, 第12号, 117-12 (2002).
- 3) 熊谷香・内藤剛: 有明海福岡県地先への栄養塩供給量の動向. 福岡県水産海洋技術センター報告, 第17号, 73-80 (2007).
- 4) 国土交通省九州地方整備局: 筑後大堰日別流量データ, (2006, 2007) .
- 5) 本田一三・切田正憲: 大牟田地先ノリ漁場の環境特性調査. 福岡県有明水産試験場研究業務報告, 昭和63年度, 113-117 (1990).
- 6) 切田正憲: 有明海におけるノリ生産の安定化に関する研究. 福岡県水産海洋技術センター報告, 第3号, 42-44 (1993).