

石狩市厚田区のコンブ藻場における秋季の流入河川の影響

Dynamics of nutrients in the kelp forest in Atsuta, Ishikari,
during the autumn season

川井 唯史^{*1}・栗林 貴範^{*2}

Tadashi KAWAI^{*1}, Takanori KURIBAYASHI^{*2}

要旨

2020年9月上旬から12月上旬にかけて、石狩市厚田区の厚田川河口域の近くに位置する厚田漁港突端にて、石狩川と厚田川が厚田区に生育するリシリコンブに与えている影響を調べるため、水温、塩分、栄養塩（溶存態無機窒素 = 硝酸態窒素 + 亜硝酸態窒素 + アンモニア態窒素、リン酸態リン、ケイ酸態ケイ素）を測定した。比較のためリシリコンブが生育していない泊村および神恵内村でも同様の調査を行った。厚田地区では泊村および神恵内村と比較して低水温、低塩分、高栄養塩濃度と河川の影響が顕著に見られ、リシリコンブの生育にとって良好な環境であることが確かめられた。

キーワード：石狩川、リン酸態リン、硝酸態窒素、河川水、リシリコンブ

はじめに

マコンブ *Saccharina japonica* は北海道の重要な水産物であり、分布の中心は北海道である（川嶋，2012）。マコンブは分類学的に複数の変種を持ち、津軽海峡に分布するマコンブ *Saccharina japonica* var. *japonica*，日本海に分布するホソメコンブ *Saccharina japonica* var. *religiosa*，北海道北部に分布するリシリコンブ *Saccharina japonica* var. *ochotensis* がある（Yotsukura *et al.*，2008）。日本海沿岸の中部から南部沿岸では寿命が原則1年のホソメコンブが分布し，北部では寿命が2年に達するリシリコンブ，津軽海峡周辺では同じく寿命が2年に至るマコンブが出現する（川嶋，1992）。北海道日本海中南部は磯焼け現象によりホソメコンブの生育範囲が汀線付近に限られ，群落（図1）が極端に減少している（名畑ほか，1992；藤田，1987）。しかしながら，石狩市厚



図1. 石狩市厚田区のリシリコンブ。上が厚田産2年目藻体で，真ん中が同1年目，下が浜益産1年目藻体。定規は30cm。

田区では特異的に濃密なリシリコンブ群落が安定的に形成され（Yotsukura *et al.*，2001；2016；川井ほか，2022），当該地区では厚田コンブと称して販売されている。なお，寿命が原則1年のホソメコンブが生育する北海道日本海中南部であっても河口近くでは2年目のコンブが生育して再生して寿命が延長していることは従前より知

*1 北海道立総合研究機構 中央水産試験場 〒046-8555 北海道余市町浜中町238
*2 北海道立総合研究機構 本部研究事業部 〒060-0819 札幌市北区北19条西11丁目

られている。その理由については、流入河川による低水温化や栄養塩類の供給が原因と考えられているが、証拠は得られていない(川嶋 2004)。石狩沿岸の水温と塩分は調べられているが(志賀, 2011; 2016) 栄養塩環境の推移や河川の流入と栄養塩濃度の関係については調査されていない。またリシリコンブの群落形成と春季の栄養塩濃度の関係についての研究(品田ほか, 2014)はあるが、リシリコンブにおける再生と栄養塩濃度との関係についての報告例は見られない。そこで本研究では、大きな河川の河口域に位置して河川の影響が著しいことが想定される石狩市、流入河川が近郊に見当たらない泊村、両者の間で中規模の河川の流入が見られる神恵内村において、1年目のリシリコンブ藻体が2年目に移行する時期である秋季(阪井ほか, 1967; 柳田ほか, 1971)の水温、塩分と栄養塩環境から、流入河川の影響を調査し、特にコンブの生長に単独で影響する窒素

とリン(Mizuta *et al.*, 2001)に関して考察したので報告する。

調査場所と方法

調査場所は北海道の最大河川である石狩川の河口域から25km程離れ、かつ河口域の川幅が35m程の厚田川河口から150m北に位置する石狩市厚田区厚田漁港南側防波堤突端(図2-A)、海岸線沿い500mの範囲内に川幅0.5m以上の流入河川が見られない泊村白別地区泊村栽培漁業センター(図2-B)、河口域の川幅が20m程で比較的小さい古宇川河口に位置する神恵内村神恵内地区神恵内漁港の南側防波堤の突端(図2-C)で調査を行った。

調査項目は水温、塩分および栄養塩(溶存態無機窒素 = 硝酸態窒素 + 亜硝酸態窒素 + アンモニウム態窒素, リン酸態リン, ケイ酸態ケイ素)濃度とし、調査期間は2020年9月上旬から12月上

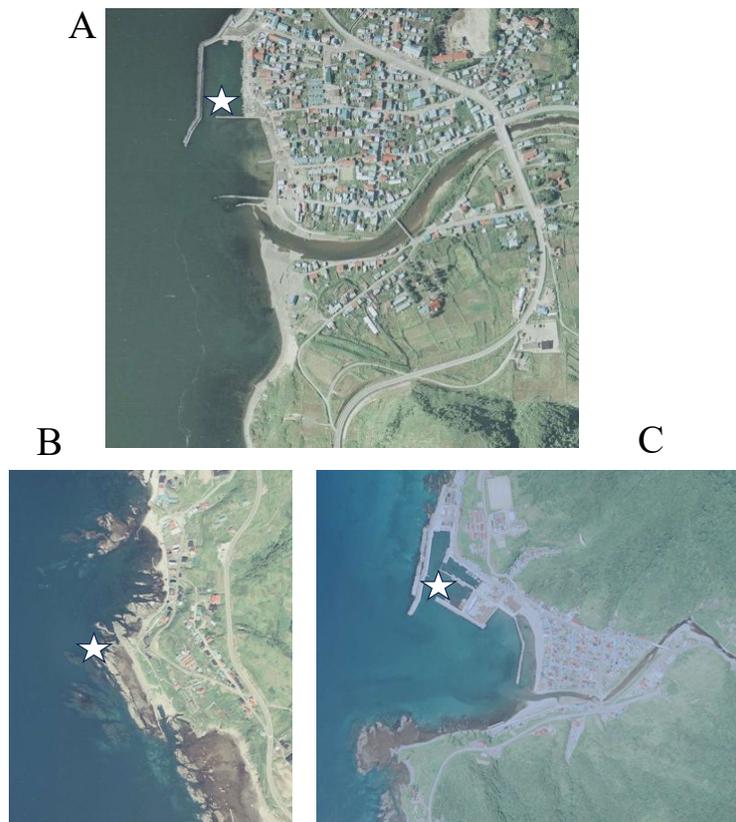


図2. 調査場所。Aは厚田川河口近くの石狩市厚田区厚田、Cは小河川の河口域の神恵内村神恵内地区、Bは河川が無い泊村白別地区。星印は採水地点。国土交通省 国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス (<https://www.gsi.go.jp/tizu-kutyu.html>) を利用。

旬までとした。水温、塩分は、深度 1 ~ 1.5 m に自記記録機器を垂下して連続測定した。水温の測定は Onset 社 ティドビット V2 を用い、塩分の測定は JFE アレック株式会社の Compact-CT : ATD-HR を用い、それぞれ 20 分間隔でデータを取得した。栄養塩分析のための採水は、毎月上旬と下旬にバケツを垂下して表面海水を採取し、12 月だけは上旬に一度だけとした。採取した海水をスクリューキャップ式のチューブに入れて密栓し、チャック式のビニール袋に入れた後、分析に処するまで -60℃ で冷凍保存した。冷凍したサンプル分析は、冷凍開始から 6 か月以内に行い、ビーエルテック社製のオートアナライザー QuAAtro-2HR を用いた。

結果

水温と塩分の推移を図 3 に示した。水温の推移は高い順番に泊村白別地区、神恵内村神恵内地区、石狩市厚田地区であった。塩分の推移は全体を平均すると、高い順番に泊、神恵内、石狩であった。

栄養塩の推移を図 4 に示した。溶存態無機窒素 (DIN) 濃度は 11 月 11 日を除き、高い順番に石狩、神恵内、泊であった。硝酸態窒素 (NO₃-N) 濃度は高い順番に石狩、神恵内、泊であった。亜硝酸態窒素 (NO₂-N) 濃度は 11 月 24 日を除き高い順番に石狩、神恵内、泊であったが、9 月 11 日から 10 月 27 日にかけて泊、神恵内は同様であった。アンモニア態窒素 (NH₄-N) 濃度は、同じく 11 月 11 日を除き、高い順番に石狩、神恵内、泊であった。リン酸態リン (PO₄-P) 濃度は 9 月 11 日と 11 月 24 日を除き、高い順番に石狩、泊、神恵内であった。ケイ酸態ケイ素 (SiO₂-Si) 濃度も高い順番に石狩、神恵内、泊であった。

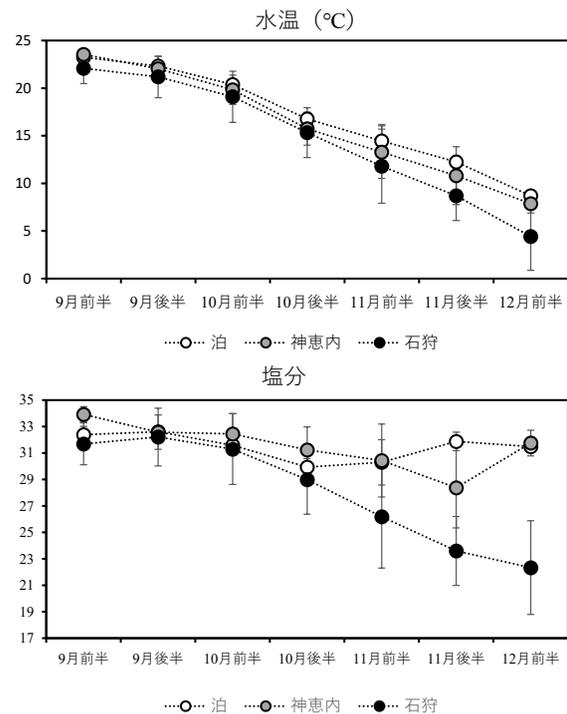


図 3. 2020 年における秋季の水温と塩分の推移 (泊村白別地区, 神恵内村神恵内地区, 石狩市厚田区).

考察

石狩市厚田区は石狩川の河口に近く、さらに厚田川からも近いので、河川の影響を強く受けているものと考えられる。神恵内村神恵内地区は古宇川の河口の近くに位置しているため、一定の河川の影響を受けているが、泊村白別地区は周辺に河川が無いので陸水の影響が極めて少ないと考えられる。水温と塩分は、河川からの影響の強弱と対応して、石狩、神恵内、泊の順に低くなったものと考えられる。一般に河川水中の栄養塩濃度は海水中のそれよりも高く、北海道日本海における河川水も沿岸の海水よりも栄養塩の濃度が一年を通じて大幅に上回ったとの報告がある (Kawai and Kuribayashi, 2021)。そのため栄養塩環境も河川の影響の強弱と対応し、石狩、神恵内、泊の順で高かったと考えられる。

栄養塩の種類による推移の違いに注目すると、溶存態無機窒素濃度、硝酸態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度とケイ酸態ケイ素濃度は 10 月以降に急

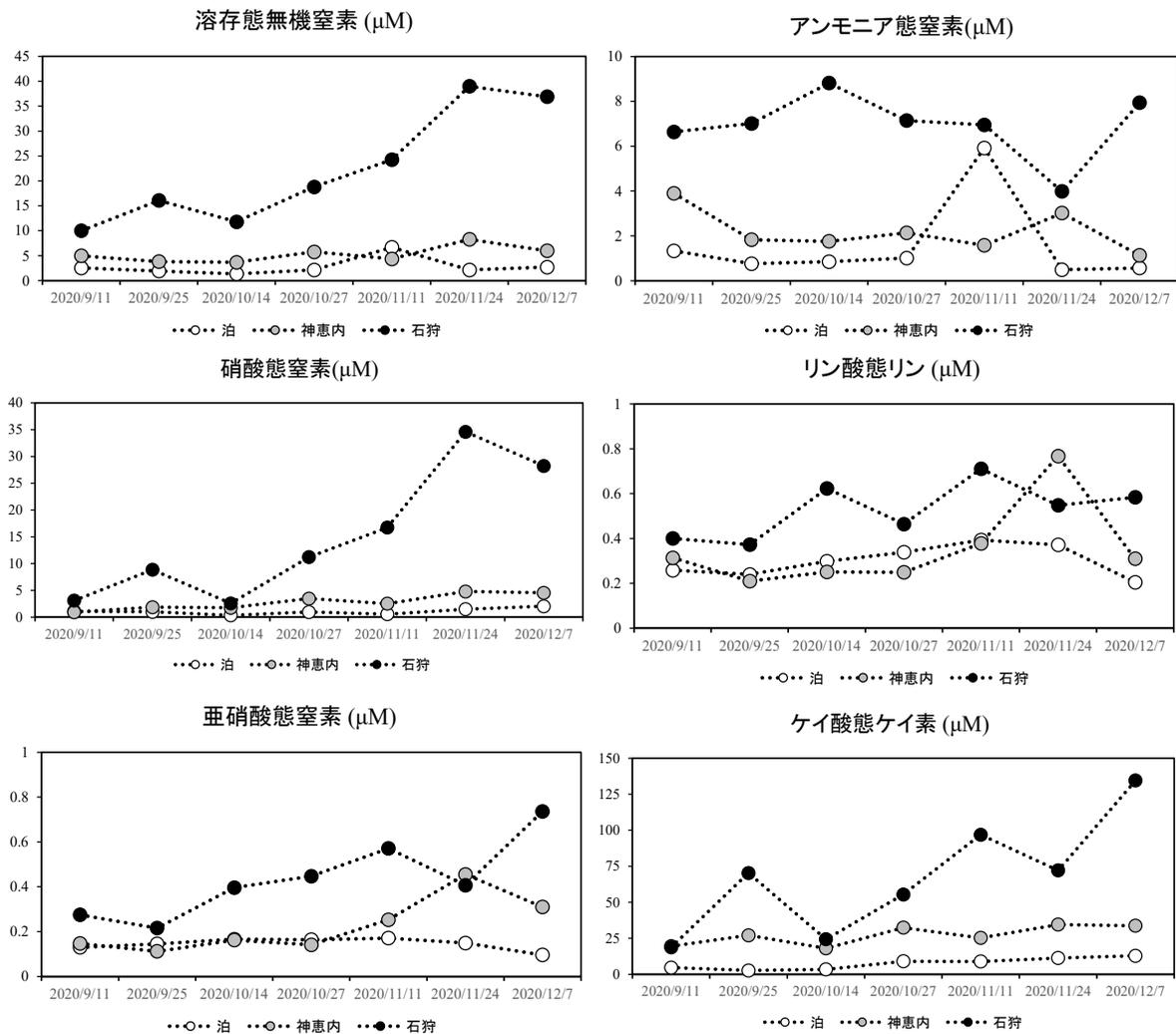


図4. 泊村白別地区, 神恵内村神恵内地区, 石狩市厚田区における秋季の栄養塩濃度 (溶存態無機窒素 (DIN), 硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$), 亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$), アンモニウム態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$), リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$), ケイ酸態ケイ素 ($\text{SiO}_2\text{-Si}$)).

激に上昇する傾向が見られるが、これは秋季に降雨量が増え、これが原因して河川水の流量が増大し、結果として窒素を始めとした栄養塩濃度が上昇したと考えられる。

磯焼けが著しく貧栄養な北海道日本海側において (栗林ほか, 2014; 大谷・大西, 1995; 中多ほか, 2001) 石狩市厚田区は特異的にリシリコンブが豊富で、2年目の藻体も安定的に出現することが従前から指摘され (川嶋, 2012; Yotsukura *et al.*, 2001.), 石狩川の河口域の水温と塩分の分析から、河川から供給される栄養塩類、特に窒素が大きく影響しているものと推定されていた。本

研究では、これを確かめることができた。

室内での培養試験に基づく北海道沿岸のコンプ類では生理的に窒素を始めとした栄養塩が不足しがちであり (長谷川, 1958; Mizuta *et al.*, 1994; 2001), ホソメコンブの配偶体を硝酸態窒素濃度に傾斜を持たせて培養したところ、 $3 \sim 4 \mu\text{M}$ 以上で急激な細胞数の増大が見られた (川井ほか, 2004) ので、高い栄養塩濃度はコンブの生長を促進するものと考えられる。磯焼け海域で窒素とリンを添加する施肥 (船野ほか, 1966; 中津・阪井, 1967; 新原ほか, 1971) をすると栄養塩がホソメコンブ

により取り込まれることは窒素安定同位体の分析により確かめられており (Kuribayashi *et al.*, 2016; 2017), 施肥により生長の促進よりも子嚢斑 (コンブの成熟に伴い表面に浮き出る斑紋) の出現が促進された例 (赤池ほか, 1998) もあるが, 海水が滞留しやすい漁港内での栄養塩添加により, ホソメコンブの生産性が向上することが確かめられている (Agatsuma *et al.*, 2014). 秋季の石狩における河川由来の栄養塩は, 泊や神恵内と比較して高く, これが秋季における石狩市厚田区のコンブの生長を促して, 再生して2年目に移行している可能性が考えられる。

謝辞: 調査に多大なる御理解を頂いた石狩湾漁業協同組合と古宇郡漁業協同組合, 採水作業に御協力を頂いた後志地区水産技術普及指導所と石狩地区水産技術普及指導所に深謝します。

引用文献

- Agatsuma, Y., Endo, H., Yoshida, S., Ikemori, C., Takeuchi, Y., Fujishima, H., Nakajima, K., Sano, M., Kanazaki, N., Imai, H., Yamamoto, N., Kanahama, H., Matsubara, T., Takahashi, S., Isogai, T., Taniguchi, K., 2014. Enhancement of *Saccharina* kelp production by nutrient supply in the Sea of Japan off southwestern Hokkaido, Japan. *Journal of Applied Phycology*, 26 : 1845-1852.
- 赤池章一・菊地和夫・門間春博・野澤靖, 1998. 1年目リシリコンブ胞子体の生長に及ぼす窒素, リン施肥の影響. *水産増殖*, 46(1) : 57-65.
- 藤田大介, 1987. 北海道大成町の磯焼けに関する聴取り調査. *水産増殖*, 35(3) : 135-138.
- 船野 隆・福原英司・駒木 成・佐藤芳和, 1966. 岩内町島野沿岸におけるコンブの施肥試験. *北水試月報*, 23(3) : 135-147.
- 長谷川由雄, 1958. コンブに関する二, 三の知見 (I). *北水試月報*, 15(5) : 1-37.
- Kawai, T., Kuribayashi T., 2021. Terrestrial nutrient supply contribution for kelp in the Sea of Japan off Hokkaido, Japan. *Rishiri Studies*, 40 : 65-73.
- 川井唯史・栗林貴範・品田晃良・伊藤昌弘・四ツ倉典滋, 2022. 石狩沿岸におけるコンブ類の分布. いしかり砂丘の風資料館紀要, 12 : 37-45.
- 川井唯史・岡直宏・平岡雅規・四ツ倉典滋・中明幸広, 2004. ホソメコンブ配偶体の生長に及ぼす硝酸塩の影響. *水産工学*, 41(1) : 35-38.
- 川嶋昭二, 1992. 日本産コンブ類の分類と分布 [38] コンブ科 - コンブ属 (48) ホソメコンブ (9). *海洋と生物*, 14 : 352-355.
- 川嶋昭二, 2004. コンブ. 大野正夫編有用海藻誌, 東京, 内田老鶴圃, 59-85.
- 川嶋昭二, 2012. 日本産寒海性コンブ類の形態と分類. 生物研究社, 東京, 545pp.
- 栗林貴範・阿部剛史・門谷茂, 2014. 北海道日本海沿岸における栄養塩濃度の長期トレンドと海藻藻場. *沿岸海洋研究*, 52(1) : 75-81.
- Kuribayashi, T., Akaike, S., Montani, S., 2016. A new indicator $\delta^{15}\text{N}$ signature for detecting nutrient supply effects to *Saccharina japonica* var. *religiosa*. *Algal Resources*, 9 : 1-13.
- Kuribayashi, T., Abe, T., Montani, S., 2017. Historical $\delta^{15}\text{N}$ records of *Saccharina* specimens from oligotrophic waters of Japan Sea (Hokkaido). *PLOS ONE*, 12 : 1-15 (e0180760). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180760>.
- Mizuta, H., Maita, Y., Kuwada, K., 1994. Nitrogen recycling mechanism within the thallus of *Laminaria japonica* (Phaeophyceae) under the nitrogen limitation. *Fisheries Science*, 60 : 763-767.
- Mizuta, H., Narumi, H., Yamamoto, H., 2001. Effects of Nitrate and Phosphate on the growth and maturation of Gametophytes of *Laminaria religiosa* Miyabe (Phaeophyceae). *Suisanzoshoku*, 49 : 175-180.
- 名畑進一・阿部英治・垣内政宏, 1992. 北海道南西部大成町の磯焼け. 北海道立水産試験場研究報告, 38 : 1-14.
- 中津俊行・阪井与志雄, 1967. 稚内市におけるコンブの施肥試験. *北水試月報*, 24 : 136-145.

- 中多章文・八木宏樹・宮園章・安永倫明・川井唯史・飯泉仁, 2001. 忍路湾における沿岸水温と栄養塩の関係. 北海道立水産試験場研究報告, 59: 31-41.
- 新原義昭・金子孝・田沢伸雄, 1971. 施肥によるコンブ葉体の全窒素量の変化について. 北水試月報, 28: 10-26.
- 大槻知寛, 2008. 海洋環境シリーズ「石狩湾海域生態調査」海洋観測結果から～沿岸水分布の特徴を見る～. 北水試だより, 76: 25-27.
- 大谷清隆・大西光代, 1995. 北海道南西沿岸のこんぶ生産量の春ニシン漁獲量と沿岸水温による重回帰分析. 海の研究, 4(3): 175-185.
- 阪井与志雄・石川政雄・蒲原八郎・金子孝・渋谷賢仁・中津俊行, 1967. リシリコンブの生態. 北水試月報, 24(11): 454-467.
- 志賀健司, 2011. 2005年～2010年の北海道石狩浜の海面水温観測値. いしかり砂丘の風資料館紀要, 1: 20-24.
- 志賀健司, 2016. 2005年から2015年の石狩浜における海水温・塩分濃度の日変動. いしかり砂丘の風資料館紀要, 6: 71-76.
- 品田晃良・西田芳則・栗林貴範・合田浩朗・川井唯史・赤池章一, 2014. 海洋環境が利尻島の1年目リシリコンブ現存量に与える影響. 水産工学, 51(1): 39-45.
- 柳田克彦・垣内政宏・辻寧昭, 1971. オホーツク海沿岸紋別付近におけるリシリコンブ *Laminaria japonica* var. *ochotensis* (Miyabe) Okam の生態学的研究. 北海道立水産試験場報告, 13: 1-18.
- Yotsukura, N., Kawai, T., Motomura, T., Ichimura, T., 2001. Random amplified polymorphic DNA markers for three Japanese laminarian species. *Fisheries Science*, 67: 857-862.
- Yotsukura, N., Kawashima, S., Kawai, T., Abe, T., Druehl, L. D., 2008. A systematic re-examination of four laminaria species: *L. japonica*, *L. religiosa*, *L. ochotensis* and *L. diabolica*. *The Journal of Japanese Botany*, 83: 165-176.
- Yotsukura, N., Maeda, T., Abe, T., Nakaoka M., Kawai, T., 2016. Genetic differences among varieties of *Saccharina japonica* in northern Japan as determined by AFLP and SSR analyses. *Journal of Applied Phycology*, 28: 3043-3055.

Dynamics of nutrients in the kelp forest in Atsuta, Ishikari, during the autumn season

Tadashi KAWAI, Takanori KURIBAYASHI

Abstract

From early September to early December 2020, measurements of water temperature, salinity, and nutrients (dissolved inorganic nitrogen = nitrate nitrogen + nitrite nitrogen + ammonia nitrogen, phosphate phosphorus, and silicate silicon) were conducted at the tip of Atsuta Fishing Port, located near the mouth of the Atsuta River in the Atsuta Ward of Ishikari City. This was done to investigate the influence of the Ishikari and Atsuta Rivers on the growth of Rishiri kelp in the Atsuta area. For comparison, similar surveys were also conducted in Tomari Village and Kamoenai Village, where Rishiri kelp does not grow. In the Atsuta area, compared to Tomari Village and Kamoenai Village, lower water temperatures, lower salinity, higher nutrient concentrations, and the significant influence of rivers were observed, confirming that this environment is favorable for the growth of Rishiri kelp.

Keywords : Ishikari River, nitrate nitrogen, phosphate phosphorus, Rishiri kelp, River water