

ISSN 2186-5434

青森県産業技術センター水産総合研究所研究報告

第8号

2014年6月

BULLETIN OF AOMORI PREFECTURAL
INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH CENTER
FISHERIES INSTITUTE

No. 8

地方独立行政法人 青森県産業技術センター 水産総合研究所
東津軽郡平内町

AOMORI PREFECTURAL INDUSTRIAL TECHNOLOGY
RESEARCH CENTER FISHERIES INSTITUTE

Hiranai, Japan

June 2014

青森県水産関係試験研究機関

地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所

039-3381 青森県東津軽郡平内町大字茂浦字月泊 10

Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center Fisheries Institute

Moura, Hiranai-machi, Aomori 039-3381

TEL (017) 755-2155 FAX (017) 755-2156

地方独立行政法人青森県産業技術センター内水面研究所

034-0041 十和田市大字相坂字白上 344-10

Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center Inland Water Fisheries Institute

Shiraue, Aisaka, Towada 034-0041

TEL (0176) 23-2405 FAX (0176) 22-8041

青森県産業技術センター水産総合研究所研究報告

第 8 号

目 次

本 論 文

- 改訂青森県産魚類目録補訂－I 山中 智之・伊藤 欣吾……………1
- 津軽海峡を通過する流量の季節・経年変動の再検討 佐藤 晋一……………11
- 陸奥湾における水温変動解析 佐藤 晋一……………15
- 小川原湖の環境変動について 佐藤 晋一・静 一徳……………21

改訂青森県産魚類目録補訂—I

山中智之¹・伊藤欣吾^{1*}

Additional Records and Revisions to the Revised Catalog of the Fishes Collected from the Waters of Aomori Prefecture—I

Tomoyuki YAMANAKA¹ and Kingo ITO^{1*}

Abstract

Since the revised catalog of the fishes collected from the waters of Aomori Prefecture is published, nine years have passed. Due to the progress of the taxonomic study on the fishes in these nine years, several new records from Aomori Prefecture and expanded distributions were found. Therefore, the review of the list was required. As the result of this study, 14 species were additionally reported from Aomori Prefecture, and 6 species were newly found from the coast of Sea of Japan. Furthermore, the taxonomic problems on the fishes distributing on Aomori Prefecture were commented. As the result of this study, it was revealed that 215 family 712 species and subspecies occur in Aomori Prefecture.

キーワード：改訂青森県産魚類目録，補訂，青森県初記録

青森県は本州の最北に位置し，西岸は日本海に面し対馬暖流の影響下にあり，東岸は太平洋に面し寒流である親潮の影響を受ける．そのため，本県の魚類相は北方性と南方性の両要素を含み，生物地理学的研究の観点からも非常に興味深い海域である．

本県の魚類相に関しては本研究所の OB の塩垣優博士を中心としたグループにより精力的に研究がおこなわれ，その多様性は比較的良く解明されている（塩垣，1982；松浦ほか，1988；野村・塩垣，1992；塩垣ほか，1992 など）．そして，塩垣ほか（2004）でこれまでの青森県の魚類相に関する知見がまとめられ，「改訂青森県産魚類目録」が作成さ

れた．そこでは本県に 211 科 697 種が分布することが明らかにされている．

改訂青森県産魚類目録が出版された 2004 年以降も，魚類の分類学的研究は大きく進展し続けており，新種の報告や学名の変更が相次いでいる．また，青森県に産する魚類に関しても新しい知見の蓄積が進み，本県からの初記録となる種も複数報告されるなど，改訂青森県産魚類目録に対し補訂を要する部分が明らかになってきている．

本稿では，改訂青森県産魚類目録が出版された 2004 年以降に青森県から新たに記録された，もしくは前報では掲載から漏れていた 14 種の魚類のり

1 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所，〒039-3381 青森県東津軽郡平内町大字茂浦字月泊10

*Corresponding author: Kingo ITO, Fisheries Research Institute, Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center, 10 Tsukidomari, Moura, Hiranai-machi, Aomori 039-3381, Japan (Email: kingo_ito@aomori-itc.or.jp).

ストを提示した。また、これまで本県では太平洋岸からしか記録がなかったが近年新たに日本海沿岸からも採集された種が複数確認されたので併せてリストアップした。さらに、本県に産する魚類に関する近年の研究の結果明らかになった前報からの訂正を要するもの、分布を再度調査する必要があるものに対し、その現況を列記した。前報の塩垣ほか(2004)と本研究の結果、215科712種の魚類が青森県に分布することが確認された。なお、この採集地を示したリストは青森県産業技術センター水産総合研究所により管理されている。

属より上の分類体系および学名は、前報の塩垣ほか(2004)ではNakabo ed. (2002)に従っていたが、本稿では先日、東海大学出版会から刊行され前版から大幅な改訂がなされた日本産魚類検索全種の同定、第三版(中坊編, 2013)に従った。標準体長はSL, 全長はTLの略号を用いた。また、分布記録の証拠となる標本の一部は青森県産業技術センター水産総合研究所、北海道大学総合博物館(HUMZ)、国立科学博物館(NSMT)、高知大学理学部海洋生物学研究室(BSKU)に保管されている。

改訂青森県産魚類目録の補訂の作成に際し、本研究OBの塩垣 優博士には草稿をご高覧頂き、貴重なご意見を賜った。弘前大学農学生命科学部の佐原雄二博士には本県の外来種の分布に関して貴重な情報をご教示頂いた。北海道大学大学院水産科学研究院の今村 央博士には北海道大学総合博物館に所蔵されるチョウザメの標本の情報をご教示頂き、その標本の写真を北海道大学水産学部海洋生物学講座魚類体系学教室からご提供頂いた。また、試験船青鵬丸の佐藤隆文船長、ならびに船員の皆様には標本の採集に際し多大なるご協力を賜った。関係者の皆様に深く御礼を申し上げる。

青森県産魚類目録追補

青森県初記録種

ウナギ目 Anguilliformes

ホラアナゴ科 Synbranchidae

1. ユキホラアナゴ *Ilyopphis nigeli*

HUMZ 178986 (343 mm TL), 青森県下北半島沖太平洋 (41°19.1'N, 141°47.4'E), 水深891 m, 1997.10.24; HUMZ 205224 (340 mm TL), HUMZ 206213 (321 mm TL), HUMZ 206214 (321 mm TL), 206215 (313 mm TL), 206218 (259 mm TL), 青森県下北半島沖太平洋 (41°43.6'N, 141°51.5'E), 水深980 m, 2009.6.28 (田城ほか, 2010).

コイ目 Cypriniformes

ドジョウ科 Cobitidae

2. カラドジョウ *Misgurnus dabryanus*

青森県外来種対策学術調査検討会(2006)による青森県外来種リストに導入され定着はしていない外来種のうち生物多様性への影響が懸念される「要注意導入外来種」として本種が掲載された。しかし、本種は国土交通省による河川水辺の国勢調査の中で1997年、2002年および2007年と複数年にわたり岩木川から採集されており(国土交通省, 2013)、定着している可能性が考えられる。清水・高木(2010)によって愛媛県久万高原町ではカラドジョウの侵入によりドジョウが駆逐された可能性があることが指摘されており、本県でも本種は在来のドジョウに対し悪影響を与える可能性がある。継続的なモニタリングを行い、これ以上分布が拡大しないよう注意を払う必要がある。

岩木川下流域, 38–128 mm SL, 8個体, 1997.6.7–1997.9.7; 岩木川下流域, 39–84 mm SL, 9個体, 2002.7.4–2002.9.4; 岩木川五所川原大橋付近, 42 mm SL, タモ網, 2007.7.3 (国土交通省, 2013).

ナマズ目 Siluriformes

ギギ科 Bagridae

3. ギギ *Tachysurus nudiceps*

青森県外来種対策学術調査検討会(2006)による青森県外来種リストには導入はされたが定着していない「導入外来種」として本種が掲載された。しかし、国土交通省による河川水辺の国勢調査では2002年と2007年に本種が岩木川水系から採集されていることから(国土交通省, 2013)、定着している可能性が高い。

岩木川長泥付近, 189 mm SL, 2個体, 2002.7.4; 岩木川

下流域, 13–43 mm SL, 10個体, サデ網・タモ網・定置網・地曳網, 2007.7.4–2007.9.11 (国土交通省, 2013).

サケ目 Salmoniformes

サケ科 Salmonidae

4. カワマス *Salvelinus fontinalis*

本種は竹内ほか(1985)により岩木川水系での分布が確認され, 青森県外来種対策学術調査検討会(2006)による青森県外来種リストにも「定着外来種」として掲載された. また, 2006年に岩木川水系の同所に生息することが再確認されている(佐原雄二氏私信).

5. ブラウントラウト *Salmo trutta*

青森県外来種対策学術調査検討会(2006)による青森県外来種リストに導入も定着もしていないが定着した場合には生物多様性への悪影響が予期される「警戒外来種」として本種が掲載された. しかし, 原子(2002)により津軽半島北部を流れる今別川および与茂内川から本種の幼魚からスマルト化した個体まで, さらに十和田湖や津軽海峡から352–520 mm TLの3歳魚が採集されたことが報告されており, 本研究では本種が定着している可能性があるかと判断し, 掲載した. 青森県下では放流によらずとも河川で繁殖した個体が降海して近隣河川に分布を拡大できる可能性もあり, 継続的なモニタリングと適切な防除手段を講じる必要がある. 本種はIUCN(国際自然保護連合)の「世界の侵略的外来種ワースト100」および日本生態学会の「日本の侵略的外来種ワースト100」に選定されている.

タラ目 Gadiformes

メルルーサ科 Merlucciidae

6. シロガネダラ *Merluccius productus*

BSKU 70615 (472 mm SL), 青森県八戸市沖, 水深約250 m, 底曳網, 2004.5.14 (遠藤・北川, 2006).

スズキ目 Perciformes

キチジ科 Sebastolobidae

7. アラスカキチジ *Sebastolobus alascanus*

HUMZ 180770–180772 (62.5–94.8 mm SL), 3個体,

青森県沖太平洋 (40°16'73"N, 142°14'56"E), 水深446–449 m, 底曳網, 1997.10.21 (鶴岡ほか, 2010).

ホウボウ科 Triglidae

8. ソコカナガシラ *Lepidotrigla abyssalis*

NSMT-P 74116, 3個体, 深浦町沖, 採集日時不明 (Shinohara et al., 2011).

シキシマハナダイ科 Callanthiidae

9. シキシマハナダイ *Callanthias japonicus*

中泊町小泊沖, 234 mm TL, 2004.10.22; 深浦町沖, 160 mm TL, 2006.8.30 (青森県水産試験場, 2004a; 2006).

カワスズメ科 Cichlidae

10. ナイルティラピア *Oreochromis niloticus*

青森県外来種対策学術調査検討会(2006)による青森県外来種リストに定着外来種として本種が掲載された. その後, 国土交通省による河川水辺の国勢調査の中で2008年に小川原湖に流れこむ土場川から採集されている(国土交通省, 2013). また, 青森市内の沖館川水系の温排水の影響がある場所でも採集されている(佐原雄二氏私信).

高瀬川水系土場川河口, 23–230 mm SL, 47個体, タモ網・地曳網, 2008.8.17–2008.10.12 (国土交通省, 2013).

カジカ科 Cottidae

11. キリンアナハゼ *Pseudoblennius* sp.

中坊・甲斐(2013a)によれば陸奥湾から本種の採集記録がある.

トクビレ科 Agonidae

12. タテトクビレ *Aspidophoroides monopterygius*



図1 タテトクビレ *Aspidophoroides monopterygius*, ca. 160 mm SL, off Hachinohe, Aomori (fresh condition).

八戸市沖, ca. 160 mm SL, 水深 245 m, 試験船青鵬丸
オッタートロール, 2013.6.1 (図 1).

ゲンゲ科 Zoarcidae

13. キタガワヘビゲンゲ *Lycenchelys tohokuensis*
HUMZ 152369 (260 mm SL), 青森県沖太平洋
(40°42.4'N, 142°09.1'E-40°41.0'N, 142°09.9'E), 水深
661-667 m, 1997.10.22 (Anderson and Imamura,
2002).

カレイ目 Pleuronectiformes

カレイ科 Pleuronectidae

14. シュムシュガレイ *Pleuronectes bilineatus*
深浦町岩崎沖, 159.6-170.0 mm SL, 2 個体, 底建網
2014.2.9 (図 2).



図 2 シュムシュガレイ *Pleuronectes bilineatus*,
170.0 mm SL, off Fukaura, Aomori (fresh
condition, upper: ocular side, lower: blind
side).

青森県日本海沿岸初記録種

塩垣ほか(2004)で青森県の太平洋岸からの記録
のみが報告されている種のうちで, 本研究で青森県
における分布記録を新たに精査したところ日本海
沿岸からも採集されていた種が 7 種確認されたの

で以下に列記した.

ネズミザメ目 Lamniformes

ネズミザメ科 Lamnidae

1. アオザメ *Isurus oxyrinchus*
深浦町北金ヶ沢, 280 cm TL, 定置網, 2005.6.9 (青森県
水産試験場, 2005).

ガンギエイ目 Rajiformes

ガンギエイ科 Rajidae

2. ガンギエイ *Dipturus kwangtungensis*
つがる市木造出来島沖, ca. 300 mm TL, 水深 125 m,
試験船青鵬丸オッタートロール, 2013.7.11 (図 3).



図 3 ガンギエイ *Dipturus kwangtungensis*, ca.
300 mm TL, off Tsugaru, Aomori (fresh
condition).

アンコウ目 Lophiiformes

アンコウ科 Lophiidae

3. アンコウ *Lophiomus setigerus*
NSMT-P 74280, 深浦町沖, 採集日時不明 (Shinohara
et al., 2011).

アカグツ科 Ogocephalidae

4. アカグツ *Halieutaea stellata*
深浦町岩崎沖, 91 mm TL, 水深 70 m, 刺し網,
2007.7.11 (青森県水産試験場, 2007a).

ダツ目 **Beloniformes**

ダツ科 **Belonidae**

5. テンジクダツ *Tylosurus acus melanotus*

むつ市大畑沖, ca. 1 m TL, 定置網, 2004.9.28 (青森県水産試験場, 2004b).

スズキ目 **Perciformes**

メバル科 **Sebastidae**

6. ユメカサゴ *Helicolenus hilgendorffii*

つがる市高山沖, ca. 130 mm SL, 水深 193 m, 試験船青鵬丸オッタートロール, 2013.5.16 (図 4); 五所川原市十三沖, 145 mm SL, 水深 194 m, 試験船青鵬丸オッタートロール, 2013.10.8.



図 4 ユメカサゴ *Helicolenus hilgendorffii*, ca. 130 mm SL, off Tsugaru, Aomori. (fresh condition).

ニザダイ科 **Acanthuridae**

7. ニザダイ *Prionurus scalprum*

深浦町岩崎沖, 410 mm TL, 水深 20m, 刺し網, 2007年 10月 (青森県水産試験場, 2007b).

分類学的付記

改訂青森県産魚類目録 (塩垣ほか, 2004) でも記録があったが, 当時は未同定種でその後に学名が確定したものや, 学名を変更すべきもの, 青森県内の分布情報に関し再確認を要することが明らかになったものがあるので, 特に重要な知見を以下に列記した.

ヤツメウナギ目 **Petromyzontiformes**

ヤツメウナギ科 **Petromyzontidae**

1. スナヤツメ *Letenteron reissneri* をスナヤツメ北方種 *Lethenteron* sp. N に変更

近年の研究により従来のスナヤツメには形態的には識別困難なものの遺伝的に大きく分化した未同定種が 2 種含まれていることが明らかになった (例えば, 山崎, 2005). これら 2 種の分布は南北に偏ることから, スナヤツメ北方種 *Lethenteron* sp. N と南方種 *Lethenteron* sp. S の呼称が与えられている. これまでの研究によれば本県にはスナヤツメ北方種が分布し, 本県のレッドデータリストにも掲載されている (山崎, 2005; 青森県レッドリスト改訂検討会, 2010).

チョウザメ目 **Acipenseriformes**

チョウザメ科 **Acipenseridae**

2. チョウザメ属の 1 種 *Acipenser* sp. をチョウザメ *Acipenser medirostris* と同定

改訂青森県産魚類目録 (塩垣ほか, 2004) で脇野沢から報告されていたチョウザメ属の 1 種はチョウザメ *Acipenser medirostris* に同定されることが明らかとなった.

HUMZ 103660 (ca. 120 cm TL), むつ市脇野沢, 定置網, 1983年 10月 (図 5).



図 5 チョウザメ *Acipenser medirostris*, HUMZ 103660, ca. 120 cm TL, off Mutsu, Aomori (preserved in formalin).

ウナギ目 **Anguilliformes**

ウミヘビ科 **Ophichthidae**

3. キタノウミヘビ *Muraenichthys borealis* はミサキウナギ *Scolecenchelys aoki* の新参異名

Machida and Shiogaki (1990) により青森県産の標本をもとに新種記載されたキタノウミヘビ *Muraenichthys borealis* はミサキウナギ *Scolecenchelys aoki* の新参異名であることが明らかにされた (Hibino et al., 2012).

ダツ目 **Beloniformes**

メダカ科 **Adrianichthyidae**

4. メダカ *Oryzias latipes* をキタノメダカ *Oryzias sakaizumii* に変更

Asai et al. (2012) はこれまで“メダカ”に認められてきた遺伝的に大きく異なる 2 集団（北日本集団・南日本集団）のうち、青森県から福井県にかけての日本海側に分布する北日本集団を新種 *Oryzias sakaizumii* として記載し、瀬能(2013) はその標準和名をキタノメダカとした。佐原(2003) が示した青森県産の“メダカ”の写真 (fig.II.3.2) は背鰭の欠刻が浅い、体側後方の黒色素胞が濃い網目模様を形成するなどの特徴がありキタノメダカの特徴と一致する [vs. ミナメダカ *Oryzias latipes* (=“メダカ”南日本集団) ではそれぞれ深い、網目模様を形成しない]。また、瀬能(2013) は東北地方におけるミナメダカの分布域を岩手県盛岡以南の太平洋側としており、本県にミナメダカは自然分布しないと考えられる。しかし、ヒメダカのような改良品種が県内にも多数流通しており、これらが在来メダカの生息する水域に導入された時には容易に交雑し、深刻な遺伝子汚染が引き起こされることが予期される (小山・北川, 2009; 小山ほか, 2011)。継続的なモニタリングを要する。

スズキ目 **Scorpaeniformes**

メバル科 **Sebastidae**

5. メバル *Sebastes inermis* をアカメバル *Sebastes inermis*, シロメバル *Sebastes cheni* およびクロメバル *Sebastes ventricosus* に分類

Kai and Nakabo (2008) により、従来“メバル”と呼ばれてきた種は 3 種（アカメバル *Sebastes inermis*, シロメバル *Sebastes cheni* およびクロメバル *Sebastes ventricosus*）に識別されることが示された。アカメバルは胸鰭軟条数が通常 15 で体が赤色からオレンジ色を帯びる、シロメバルは胸鰭軟条数が通常 17 で体背面が茶色からこげ茶色を帯びる、クロメバルは胸鰭軟条数が通常 16 で体背面が黒色で腹面が銀色であることで 3 種は互いに識別される (中坊・甲斐, 2013b)。塩垣ほか(2004) は本県において“メバル”は日本海から太平洋にかけ

ての沿岸域に分布するとしている。しかし、過去の青森県産の魚類相に関する研究からは上述の 3 種がいずれの地域に分布するのかわからない。本研究ではアカメバルを鱒ヶ沢町と外ヶ浜町平館沖、シロメバルを青森市浅虫沖、クロメバルを鱒ヶ沢町、外ヶ浜町平館および青森市浅虫沖から確認した。



図 6 アカメバル *Sebastes inermis*, ca. 250 mm SL, off Ajigasawa, Aomori (fresh condition).



図 7 シロメバル *Sebastes cheni*, ca. 240 mm SL, off Asamushi, Aomori (fresh condition).



図 8 クロメバル *Sebastes ventricosus*, ca. 200 mm SL, off Ajigasawa, Aomori (fresh condition).

アカメバル *Sebastes inermis* : 外ヶ浜町平館沖, 119.5–125.4 mm SL, 3 個体, 底建網, 採集年不明 11 月 27 日; 鱒ヶ沢町沖, ca. 250 mm SL, 刺し網, 2013.7.15 (図 6).

シロメバル *Sebastes cheni* : 青森市浅虫沖, ca. 240 mm SL, 水深 20 m, かご網, 2013.7.4 (図 7).

クロメバル *Sebastes ventricosus* : 外ヶ浜町平館沖, 72.6–122.3 mm SL, 6 個体, 採集年不明 11 月 20–27 日; 青森市浅虫沖, ca. 250 mm SL, 水深 20 m, かご網, 2013.7.4; 鱒ヶ沢町沖, ca. 200 mm SL, 刺し網, 2013.7.15 (図 8).

6. キツネメバル *Sebastes vulpes* をキツネメバル *Sebastes vulpes* とタヌキメバル *Sebastes zonatus* に分類

キツネメバル *Sebastes vulpes* とタヌキメバル *Sebastes zonatus* の異同に関しては古くから議論がなされてきた。近年では Muto et al. (2011) の研究により両名義種は別種であるという見解が示され、現在では一般的に両種の有効性が認められている。両種は、キツネメバルでは尾鰭後縁の白色帯の幅が狭く、体の暗色横帯が不明瞭であるのに対し、タヌキメバルではそれぞれ広く、明瞭であることで識別される(中坊・甲斐, 2013b)。塩垣ほか(2004)ではタヌキメバルをキツネメバルの幼魚型であるとし両者を同一種として扱っているため本県における両種の分布は不明である。一方、Muto et al. (2013) は日本海側の北海道小樽および石川県能登、太平洋側の岩手県宮古に両種とその交雑個体が分布していることを示している。この研究を考慮すると、本県には両種が日本海から太平洋にかけて広く分布していると考えられるが、その分布に関しては検討が必要である。

7. アカブチムラソイ *Sebastes pachycephalus chalcogrammus* はオウゴンムラソイ *Sebastes nudus* の新参異名

これまでムラソイ種群に関して、ムラソイ *Sebastes pachycephalus* に 4 亜種、すなわちムラソイ *Sebastes pachycephalus pachycephalus*, ホシナシムラソイ *Sebastes pachycephalus nigri-*

cans, オウゴンムラソイ *Sebastes pachycephalus nudus* およびアカブチムラソイ *Sebastes pachycephalus chalcogrammus* を認める分類体系や、これら 4 亜種の差異をそれぞれ種内の変異とみなしムラソイ *Sebastes pachycephalus* の 1 種のみを認める分類体系が提示され、これらの妥当性が議論されてきた。Kai and Nakabo (2013) はこれらムラソイ種群を分類学的に再検討し、ムラソイ *Sebastes pachycephalus* とオウゴンムラソイ *Sebastes nudus* の 2 種の有効性を認め、ホシナシムラソイ *Sebastes nigricans* はムラソイ *Sebastes pachycephalus* の、アカブチムラソイ *Sebastes chalcogrammus* はオウゴンムラソイ *Sebastes nudus* の新参異名であるとした。すなわち、塩垣ほか(2004)の情報を考慮すれば、オウゴンムラソイは青森県内全域に広く分布することとなる。

カジカ科 Cottidae

8. キンカジカ *Cottiusculus schmidtii* をキンカジカ *Cottiusculus schmidtii* とニホンキンカジカ *Cottiusculus nihonkaiensis* に分類

Kai and Nakabo (2009) によりニホンキンカジカ *Cottiusculus nihonkaiensis* が新種記載された。ニホンキンカジカはキンカジカ *Cottiusculus schmidtii* に酷似するが、鼻棘が通常単尖頭である、側線孔の前上方にいくつか皮弁があることで識別される (vs. キンカジカではそれぞれ 2 又する、皮弁がない)。塩垣ほか(2004) は本県における“キンカジカ *Cottiusculus schmidtii*”の採集地点を日本海・太平洋底曳としているが、これには互いに酷似する上述の 2 種が含まれている可能性が高い。また、中坊・甲斐(2013a) によればキンカジカは宮城県から福島県の太平洋沿岸に分布するのに対し、ニホンキンカジカは北海道および新潟から九州北部にかけての日本海沿岸に分布するとしており、両種の分布域の中間に位置する本県沿岸には両種が出現する可能性が高いことを裏付ける。本研究において三沢市塩釜沖、むつ市大畑沖およびつがる市高山沖からキンカジカを、佐井村沖と五所川原市十三沖からニホンキンカジカを確認したが、さらなる情報の蓄積を要する。



図 9 キンカジカ *Cottiusculus schmidti*, 58.4 mm SL, off Misawa, Aomori (fresh condition).



図 10 ニホンキンカジカ *Cottiusculus nihonkaiensis*, 75.0 mm SL, off Sai, Aomori (fresh condition).

キンカジカ *Cottiusculus schmidti*: つがる市高山沖, 57.0 mm SL, 水深 100 m, 試験船青鵬丸オッタートロール, 2013.7.1; むつ市大畑沖, 59.0–62.3 mm SL, 4 個体, 水深 205 m, 試験船青鵬丸オッタートロール, 2013.9.26; 三沢市塩釜沖, 58.4 mm SL, 水深 148 m, 試験船青鵬丸オッタートロール, 2013.11.6 (図 9).

ニホンキンカジカ *Cottiusculus nihonkaiensis*: 佐井村沖, 75.0 mm SL, 水深 158 m, 試験船青鵬丸オッタートロール, 2013.9.26 (図 10); 五所川原市十三沖, 53.5–62.3 mm SL, 2 個体, 水深 194 m, 試験船青鵬丸オッタートロール, 2013.10.8.

タウエガジ科 Stichaeidae

9. ムシャギンボ属の 1 種 *Alectrias* sp. をヒナムシャギンボ *Alectrias markevichi* に変更

Sheiko (2012) はピーター大帝湾産の標本に基づいてムシャギンボ属の *Alectrias markevichi* を新種として記載し, 青森県にも本種が分布することを示した. その後, 山中・矢部(2012) により本種に対し新標準和名ヒナムシャギンボが与えられた. 本種は塩垣ほか(2004) でムシャギンボ属の一種 *Alectrias* sp. とされたものと同種であり, 下記の標

本がその証拠となる標本である.

NSMT-P 60935 (20.8 mm SL), 深浦町横磯, 1981.8.14; NSMT-P 60936 (23.8 mm SL), 鯨ヶ沢町赤石, 1981.9.20; NSMT-P 60937 (24.6 mm SL), 鯨ヶ沢町赤石, 1981.10.20; NSMT-P 60938–60939 (40.4–43.6 mm SL), 外ヶ浜町竜飛, 1982.9.19; NSMT-P 60940–60944 (23.7–55.0 mm SL), 平内町茂浦, 1998.7.29.

カレイ目 Pleuronectiformes

カレイ科 Pleuronectidae

10. ナガレメイタガレイ *Pleuronichthys* sp. をナガレメイタガレイ *Pleuronichthys japonicus* に変更

Suzuki et al. (2009) によりメイタガレイ類似種の分類学的検討がなされ, ナガレメイタガレイ *Pleuronichthys japonicus* が新種として記載された. 本種は塩垣ほか(2004) の中で未同定種ナガレメイタガレイ *Pleuronichthys* sp. として掲載されていた.

フグ目 Tetraodontiformes

マンボウ科 Molidae

11. マンボウ *Mola mola* をマンボウ *Mola* sp. B に変更

従来“マンボウ *Mola mola*”と呼ばれていた種には学名未確定の 2 種, マンボウ *Mola* sp. B とウシマンボウ *Mola* sp. A が含まれていることが近年の研究で明らかとなっている (Yoshita et al., 2009; 山野上ほか, 2010). 両種はマンボウでは 2 m 以上の大型個体で舵鰭の後縁が波型であるのに対し, ウシマンボウでは大型個体でも波型にならず円いことで識別される (波戸岡・萩原, 2013). 塩垣ほか(2004) は, 本県における“マンボウ *Mola mola*”の採集地点として深浦, 木造, 浅虫, 牛滝および太平洋沿岸を挙げている. しかし, これら“マンボウ”がマンボウ *Mola* sp. B であるのかウシマンボウ *Mola* sp. A であるのか不明である. 現在, 本県におけるマンボウ類の確実な同定を伴う分布情報は Yoshita et al. (2009) が青森県の大間崎にマンボウが分布することを示しているのみである. 一方, ウシマンボウも岩手県に分布することを考慮すると, 本県の太平洋岸には両種が含まれている可能性が高い. 本

県におけるマンボウ属魚類の分布には再検討の余地がある。

引用文献

- Anderson, M. E. and H. Imamura. 2002. A new species of *Lycenchelys* (Perciformes: Zoarcidae) from the Pacific coast of northern Japan. *Ichthyol. Res.*, 49:355-357.
- 青森県水産試験場. 2004a. シキシマハナダイ. 漁海況情報ウオダス, 1375号.
- 青森県水産試験場. 2004b. テンジクダツ. 漁海況情報ウオダス, 1370号.
- 青森県水産試験場. 2005. アオザメ. 漁海況情報ウオダス, 1418号.
- 青森県水産試験場. 2006. シキシマハナダイ. 漁海況情報ウオダス, 1508号.
- 青森県水産試験場. 2007a. アカグツ. 漁海況情報ウオダス, 1575号.
- 青森県水産試験場. 2007b. ニザダイ. 漁海況情報ウオダス, 1587号.
- 青森県外来種対策学術調査検討会. 2006. 青森県外来種対策学術調査報告書—青森県外来種リスト—. 青森県, 94 pp.+ 2 Figs.
- 青森県レッドリスト改訂検討会. 2010. 青森県の希少な野生生物—青森県レッドデータブック (2010年改訂版)—. 青森県, 335 pp. + 12 Figs.
- Asai, T., H. Senou and K. Hosoya. 2011. *Oryzias sakaizumii*, a new ricefish from northern Japan (Teleostei: Adrianichthyidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 22:289-299.
- 遠藤広光・北川大二. 2006. 北西太平洋に出現したタラ目メルルーサ科のシロガネダラ (新称) *Merluccius productus* (Ayres, 1855). *魚類学雑誌*, 53 : 95-99.
- 原子 保. 2002. 青森県におけるサケ科魚類相. 青森県水産試験場研究報告, (2) : 23-30.
- 波戸岡清峰・萩原清司. 2013. マンボウ科 Molidae. 中坊徹次(編), pp. 1746-1747, 2242-2243. 日本産魚類検索 全種の同定, 第三版. 東海大学出版会, 東京.
- Hibino, Y., S. Kimura, K. Hoshino, K. Hatooka and J. E. McCosker. 2012. Validity of *Scolecenchelys aoki*, with a redescription of *Scolecenchelys gymnota* (Anguilliformes: Ophichthidae). *Ichthyol. Res.*, 59:179-188.
- Kai, Y. and T. Nakabo. 2008. Taxonomic review of the *Sebastes inermis* species complex (Scorpaeniformes: Scorpaenidae). *Ichthyol. Res.*, 55:238-259.
- Kai, Y. and T. Nakabo. 2009. Taxonomic review of the genus *Cottiusculus* (Cottoidei: Cottidae) with description of a new species from the Sea of Japan. *Ichthyol. Res.*, 56:213-226.
- Kai, Y. and T. Nakabo. 2013. Taxonomic review of the *Sebastes pachycephalus* complex (Scorpaeniformes: Scorpaenidae). *Zootaxa*, 3637:541-560.
- 国土交通省. 2013. 河川環境データベース河川水辺の国勢調査. 国土交通省ホームページ : <http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/index.html>. (参照 : 2013.11.25)
- Machida, Y. and M. Shiogaki. 1990. A new snake eel, *Muraenichthys borealis*, from Aomori, northern Japan. *Jap. J. Ichthyol.*, 37:1-5.
- 松浦啓一・新井良一・塩垣 優・藍沢正宏. 1988. 下北半島の魚類. 国立科学博物館専報, (21) : 163-178 + pls. 9-10.
- Muto, N., Y. Kai and T. Nakabo. 2011. Genetic and morphological differences between *Sebastes vulpes* and *S. zonatus* (Teleostei: Scorpaeniformes: Scorpaenidae). *Fishery Bull.*, 109:429-439.
- Muto, N., Y. Kai, T. Noda and T. Nakabo. 2013. Extensive hybridization and associated geographic trends between two rockfishes *Sebastes vulpes* and *S. zonatus* (Teleostei: Scorpaeniformes: Sebastidae). *J. Evol. Biol.*, 26:1750-1762.
- 野村義勝・塩垣 優. 1992. 下北半島牛滝産魚類目録補訂—I. 青森県水産増殖センター研究報告, (7) : 1-7.
- Nakabo, T. (ed). 2002. Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai University press, Tokyo, lxi+1749 pp.
- 中坊徹次(編). 2013. 日本産魚類検索 全種の同定, 第三版. 東海大学出版会, 東京.
- 中坊徹次・甲斐嘉晃. 2013a. カジカ科 Cottidae. 中坊徹次(編), pp.1160-1188, 2061-2067. 日本産魚類検

- 索 全種の同定, 第三版. 東海大学出版会, 東京.
- 中坊徹次・甲斐嘉晃. 2013b. メバル科(新称) *Sebastidae*. 中坊徹次(編), pp.668-681, 1933-1938. 日本産魚類検索 全種の同定, 第三版. 東海大学出版会, 東京.
- 小山直人・北川忠生. 2009. 奈良県大和川水系のメダカ集団から確認されたヒメダカ由来のミトコンドリアDNA. 魚類学雑誌, 56 : 153-157.
- 小山直人・森 幹大・中井宏施・北川忠生. 2011. 市販されているメダカのミトコンドリアDNA 遺伝子構成. 魚類学雑誌, 58 : 81-86.
- 佐原雄二. 2003. 第II章第3節1 海産魚. 青森県史編さん自然部会(編), pp. 289-295. 青森県史 自然編生物. 青森県. 804 pp.
- 瀬能 宏. 2013. メダカ科 *Adrianichthyidae*. 中坊徹次(編), pp.649-650, 1923-1927. 日本産魚類検索 全種の同定, 第三版. 東海大学出版会, 東京.
- Sheiko, B. A. 2012. *Alectrias markevichi* sp. nov. — a new species of cockscombs (Perciformes: Stichaeidae: Alectriinae) from the sublittoral of the Sea of Japan and adjacent waters. *Voprosy Ikhtiologii*, 52:295-308.
- 清水孝昭・高木基裕. 2010. 愛媛県に侵入したカラドジョウ集団内に見られた起源の異なる2つの遺伝子系統. 魚類学雑誌, 57 : 125-134.
- Shinohara, G., S. M. Shirai, M. V. Nazarkin and M. Yabe. 2011. Preliminary list of the deep-sea fishes of the Sea of Japan. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. A*, 37:35-62.
- 塩垣 優. 1982. 青森県産魚類目録. 青森県水産試験場報告, i + 36 pp.
- 塩垣 優・石戸芳男・野村義勝・杉本 匡. 2004. 改訂青森県産魚類目録. 青森県水産総合研究センター研究報告, (4) : 39-80.
- 塩垣 優・野村義勝・杉本 匡. 1992. 青森県産魚類目録補訂—I. 青森県水産増殖センター研究報告, (7) : 17-31.
- Suzuki, S., T. Kawashima, T. Nakabo. 2009. Taxonomic review of East Asian *Pleuronichthys* (Pleuronectiformes: Pleuronectidae), with description of a new species. *Ichthyol. Res.* 56:276-291.
- 竹内 基・松宮隆志・佐原雄二・小川 隆・太田 隆. 1985. 青森県の淡水魚類相について. *淡水魚*, (11) : 117-133.
- 田城文人・今村 央・矢部 衛. 2010. 日本での分布が再確認されたホラアナゴ科魚類ユキホラアナゴ(新称) *Ilyophis nigeli*. 魚類学雑誌, 57 : 167-172.
- 鶴岡 理・今村 央・矢部 衛. 2010. キチジ科アラスカキチジの本州北部沖太平洋からの記録. 北海道大学水産科学研究彙報, 60 : 19-21.
- 山中智之・矢部 衛. 2012. *Alectrias markevichi* Sheiko, 2012 に対する新標準和名「ヒナムシャギンポ」の提唱. 魚類学雑誌, 59 : 175-176.
- 山野上祐介・馬淵浩司・澤井悦郎・坂井陽一・橋本博明・西田 睦. 2010. マルチプレックスPCR法を用いた日本産マンボウ属2種のミトコンドリアDNAの簡易識別法. 魚類学雑誌, 57 : 27-34.
- 山崎裕治. 2005. ヤツメウナギの系統と種分化. 月刊海洋号外, 41 : 184-190.
- Yoshita, T., Y. Yamanoue, K. Sagara, M. Nishibori, H. Kuniyoshi, T. Umino, Y. Sakai, H. Hashimoto, K. Gushima. 2009. Phylogenetic relationship of two *Mola* sunfishes (Tetraodontiformes: Molidae) occurring around the coast of Japan, with notes on their geographical distribution and morphological characters. *Ichthyol. Res.* 56:232-244.

津軽海峡を通過する流量の季節・経年変動の再検討

佐藤 晋一

青森県産業技術センター内水面研究所 〒034-0041 十和田市大字相坂字白上344-10

E-mail shinichi_satoh@aomori-itc.or.jp

キーワード：津軽暖流、流量、経年変動、ADCP、水位

Reevaluation for seasonal and interannual variations of the flow passing through the Tsugaru Strait

Shinichi SATO

津軽海峡を通過する海水流量の季節変動や経年変動については、西田ら(2003)が津軽海峡西口におけるADCPによる実測流量(Q, 単位:Sv., $1Sv.=10^6 m^3/s$)と深浦-函館の月平均水位差($\Delta \eta$, 単位:cm)との相関関係から以下のような関係式をつくって検討している.

$$Q=0.0272 \Delta \eta + 0.933$$

しかし、水位データの基準面が変化してきたため、上記の式が成り立たなくなった。そこで、基準面の変化に対応した水位データの補正を行い、関係式をつくり直したうえで、津軽暖流流量の季節変動や経年変動について再検討した。

材料及び方法

解析に用いた資料は青函水産試験研究交流会における部会活動プロジェクト(以下、青函プロジェクト)で行われた津軽海峡西口での流量調査結果(1993年3月から2007年12月:函館水産試験場(現地方独立行政法人北海道立総合研究機構函館水産試験場)21回,青森県水産試験場(現地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所)32回,計53回分)と函館、深浦の毎時潮位データ(1974年1月から2012年12月:日本海洋データセンターJODCのデータベースJ-DOSSより引用)で、毎時潮位データから日平均及び月平

均値を算出して解析に用いた。

また、津軽海峡東口での実測流量と水位差の関係式をつくる際には、青函プロジェクトで行われた津軽海峡東口での流量調査結果(1998年11月から2011年4月:函館水試3回,青森水試14回,計17回分)を使用した。

函館の観測基準面の標高は2002年までは-143.4cm,2011年までは-155.7cm,2012年までは-155.5cmであり、深浦の観測基準面の標高は2002年までは-134.9cm,2004年までは-132.4cm,2011年3月までは-132.6cm,2012年までは-129.8cmとなっていた。

深浦と函館の観測基準面の標高の差は当初8.5cmだったものが、2003年から2004年までは23.3cm,2011年3月までは23.1cm,2011年12月までは25.9cm,2012年までは25.7cmとなっており、これ

表1 観測基準面の標高 (単位:cm)

	函館	深浦	差	補正值
2002年	-143.4	-134.9	8.5	
2003年		-132.4	23.3	14.8
2004年				
2005年				
2006年	-155.7			
2007年		-132.6	23.1	14.6
2008年				
2009年				
2010年				
2011年				
		-129.8	25.9	17.4
2012年	-155.5		25.7	17.2

※2011年3月の東日本大震災の影響により、函館の観測基準面の標高は2011年4月に変更された

らを当初の値8.5cmに補正するため、補正値を2003年から2004年までは14.8cm, 2011年3月までは14.6cm, 2011年12月までは17.4cm, 2012年までは17.2cmとした(表1)。

結果

1 実測流量と水位差の関係式について

表1に示した補正値を使って深浦と函館の月平均水位差を補正し、海峡西口における実測流量との間の関係式を作成したところ、以下の式を得た(図1)。

$$Q=0.0269 \Delta \eta + 0.934$$

(相関係数は0.46, 1%有意)

この式を作成するに当たって使用した水位差($\Delta \eta$: cm)のデータの範囲は12.7cmから30.3cmであった。

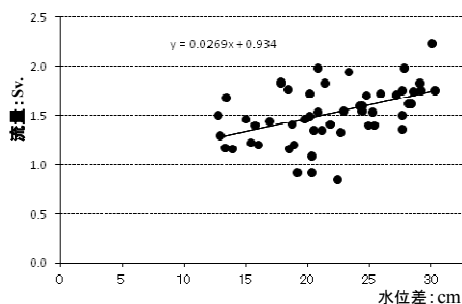


図1 実測流量(海峡西口)と月平均水位差の関係

2 日平均水位差を使った関係式の作成

調査船に搭載されたADCPを使った実測流量は24時間50分のデータから算出されているため、上記の関係式を作成するに当たって水位差の方も日平均値を使って関係式を作成したところ、以下の式を得た(図2)。

$$Q=0.0203 \Delta \eta + 1.333$$

(相関係数は0.69, 1%有意)

この式を作成するに当たって使用した水位差($\Delta \eta$: cm)のデータの範囲は-10.3cmから25.3cmであった。

3 津軽暖流流量の季節変動及び経年変動

実測流量と月平均水位差を用いてつくった関係式を使って、1974年1月から2012年12月ま

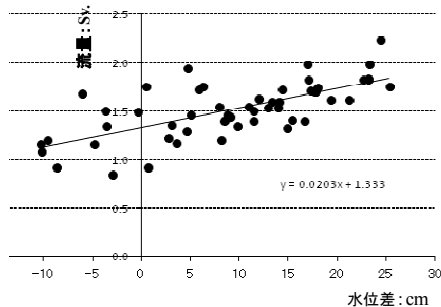


図2 実測流量(海峡西口)と日平均水位差の関係

での月平均流量を推定し、これらの値を使って津軽暖流流量の月平均値を図3に示した。流量が最大となるのは8月の1.60Sv.で、10月にも極大値がみられた。最少は2月の1.26Sv.であった。9月にはいったん極小となった。

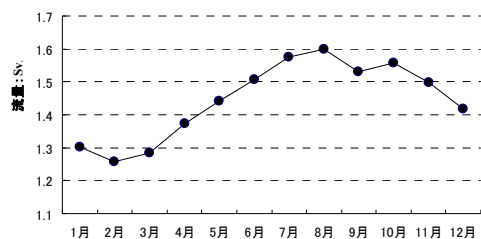


図3 津軽暖流流量の季節変化

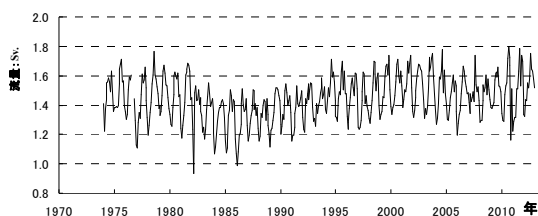


図4 津軽暖流流量の経年変化

推定された月ごとの流量値を使って津軽暖流の経年変動を図4に示した。流量が少なかったのは1984年から86年で、特に86年の値が小さくなっていた。これに対し、流量が多かったのは1975年, 94年, 98年から2004年, 2009年から2012年などで、特に2003年や2012年の値が大きくなっていた。1982年から92年は流量が少なく、98年から2012年は流量が多い年代であるとみることができる。

4 東口での実測流量と水位差の関係式

津軽海峡東口における測流調査は1998年11月から始められた。2012年12月現在、青函プロジェクトとして17回の調査結果が整理されている。これらの調査結果と深浦-函館の水位差との間で関係式を作成したところ、その結果は以下のとおりであった(図5)。

$$Q=0.047\Delta\eta+0.821$$

(相関係数は0.39, 5%有意性なし)

この式を作成するに当たって使用した水位差($\Delta\eta$: cm)のデータの範囲は14.1cmから30.3cmであった。

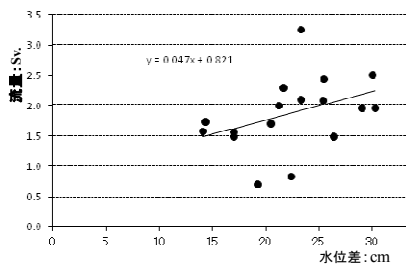


図5 実測流量(海峡東口)と月平均水位差の関係

また、実測流量と水位差の日平均値を使った関係式を作成したところ、以下の式を得た(図6)。

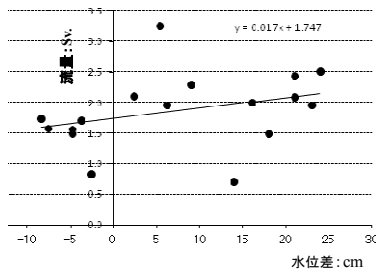


図6 実測流量(海峡東口)と日平均水位差の関係

$$Q=0.017\Delta\eta+1.747$$

(相関係数は0.32, 5%有意性なし)

この式を作成するに当たって使用した水位差($\Delta\eta$: cm)のデータの範囲は-8.4cmから24.0cmであった。

考 察

2003年以降は深浦、函館の基準面の高さに変化が生じたため、両者の基準面の差を一定に保つよ

うにデータを補正して関係式をつくり直した。この結果、作成された式は $Q=0.0269\Delta\eta+0.934$ (相関係数は0.46, 1%有意)であり、西田ら(2003)の式 $Q=0.0272\Delta\eta+0.933$ (相関係数は0.46, 1%有意)とほとんど変わらない結果となった。深浦、函館の基準面高さの差を考慮に入れない水位差を使うと、 $Q=-0.0004\Delta\eta+1.532$ (相関係数は0.01, 10%有意性なし)となって、相関はほとんど認められないことになる。今回関係式をつくるに当たっては、実測流のデータが西田ら

(2003)の式作成時より8年(31回)分多くデータが蓄積されているが、以前と同様な式が得られたということは、補正した水位差のデータを用いることで、従来の変換する必要がないことを意味していると思われる。

津軽海峡西口の実測流量と深浦、函館の月平均水位差の間でつくった式よりも、日平均水位差を使った式の方が高い相関を示した。これは実測流量が24時間50分で観測されているため、より時間間隔の近い日平均水位差を使った式の方がより当てはまりが良いということを示していると思われた。

津軽海峡東口の実測流量と深浦、函館の月平均水位差の間でつくった式は相関が低く、日平均水位差を使った式も同様であった。これは海峡東口の実測流量のデータ数が少ないこともその要因と考えられるが、東口定線と深浦、函館は地理的に遠いということがより強く影響していると考えられた。このため、函館、八戸間の水位差と海峡東口の実測流量との間で関係式をつくってみたところ、水位差の月平均値を使った場合は $Q=-0.0365\Delta\eta+4.259$ (相関係数は-0.24, 10%有意性なし)、水位差の日平均値を使った場合は $Q=-0.0432\Delta\eta+4.725$ (相関係数は-0.38, 10%有意性なし)となり、いずれの場合も逆相関となった。これは、流量の大きい(渦モード)時期(佐藤, 2003)には八戸沿岸が津軽暖流の流路の内側に入って、むしろ潮位が相対的に低くなるためと考えられた。沿岸モードの時期が1月から6月、渦モードの時期が7月から12月と仮定すれば、関

係式を作成するに当たって使用した15または16組のデータのうち11組が渦モードの時期に当たっている。データの約7割が渦モードの時期のものであり、渦モード、沿岸モードの時期別に式をつくることも必要と考えられた。

津軽暖流流量の季節変動では8月に流量が最大となるものの、9月にいったん流量が少なくなった後、10月にも極大値がみられた。この流量は函館と深浦の水位差を関係式に代入して推定されたもので、水位差の季節変動の特徴ともいえる。函館と深浦の潮位をみると、両者とも8月に最大潮位となるが、函館では10月に極小となるのに対して、深浦は9月や10月に比較的大きな潮位の連続的な低下がみられ、両者の水位差としては9月に極小値として現れたということと思われた。

北西太平洋の広い海域では1977年から88年までは寒冷期、その後98年までは温暖期、99年には一時寒冷になったといわれている(杉本, 2004)。また、1984年や2006年は異常冷水年といわれた(奥田, 1986及び後藤ほか, 2007)。近年記憶に新しい2010年や2012年は猛暑年であった(田中, 2013)。推定された月ごとの流量値を使って津軽暖流の経年変動を示したが、これらの結果は上記の気候変動に概ね一致するものと思われた。

要 約

津軽海峡を通過する海水流量の季節変動や経年変動については、西田ら(2003)が津軽海峡西口におけるADCPによる実測流量と深浦-函館の月平均水位差との相関関係から関係式をつくって検討している。しかし、水位データの基準面が変化してきたため、この式が成り立たなくなった。そこで、基準面の変化に対応した水位データの補正を行い、関係式をつくり直したところ、この式は西田ら(2003)の式とほとんど変わらない結果となった。このことは、補正したデータを用いることで、今回作成した式が有効であることを意味していると思われた。

津軽海峡東口の実測流量と深浦、函館の月平均水位差の間でつくった式は相関が低く、日平均水

位差を使った式も同様であった。これは海峡東口の実測流量のデータ数が少ないこともその要因と考えられるが、東口定線と深浦、函館は地理的に遠いということがより強く影響していると考えられた。このため、函館、八戸間の水位差と海峡東口の実測流量との間で関係式をつくってみたところ、水位差の月平均値を使った場合及び水位差の日平均値を使った場合とも逆相関となった。これは、流量の大きい渦モードの時期には八戸沿岸が津軽暖流水の流路の内側に入って、むしろ潮位が相対的に低くなるためと考えられた。渦モード、沿岸モードの時期別に式をつくる必要があると考えられた。

引用文献

- 西田芳則・鹿又一良・田中伊織・佐藤晋一・高橋進吾・松原久. 2003. 津軽海峡を通過する流量の季節・経年変化. 海の研究 12(5), 487-499
- 佐藤晋一. 2003. 青森県尻屋崎東方における津軽暖流の流勢指標について. 青森県水産試験場研究報告 3, 15-27
- 杉本隆成. 2004. 海流と生物資源. 成山堂書店
- 奥田邦明. 1986. 1984年の異常冷水現象の発生過程について. 東北区水産研究所研究報告, 48:87-96.
- 後藤友明・平井光行・関口勝司・井ノ口伸幸・野田口倉吉. 2007. 三陸沿岸における春季異常冷水の接岸と水産業への影響. 水産海洋学会研究集会資料.
- 田中淳也. 2013. 陸奥湾における異常高水温の発生について. 東北ブロック水産海洋連絡会報, 43:27-35.

陸奥湾における水温変動解析

佐藤晋一

青森県産業技術センター内水面研究所 〒034-0041 十和田市大字相坂字白上344-10
E-mail shinichi_satoh@aomori-itc.or.jp

キーワード：陸奥湾、浅海定線観測、水温変動

Water temperature variability in the Mutsu Bay

Shinichi SATO

陸奥湾は青森県の中央部に位置しており、下北半島と津軽半島に囲まれ、北方に開いた平館海峡で津軽海峡と通じている。湾内に大きな島はないが、南部には夏泊半島が突き出ている。海岸線の総延長は約246キロメートルで、面積は約1,660平方キロ、平均水深は約38メートルである。湾口部が最も深く、水深は約70メートルに達する。海水交換は陸奥湾唯一の狭い湾口部を通じて外海水である津軽暖流との間で行われている。

湾内では1960年代からホタテガイ養殖業が盛んに行われてきたが、この養殖業は水温などの環境の影響を少なからず受けてきた。このため、陸奥湾の環境情報はホタテガイの養殖管理にとって非常に重要な情報となっている。

陸奥湾内では現在、係留系である陸奥湾海況自動観測システム（通称ブイロボットシステム）による常時観測のほかに浅海定線観測を毎月1回行っている。このほか、水質・底質、底生生物などをモニターする漁場環境モニタリング調査が1996（平成8）年以降毎年、全湾を対象とする陸奥湾漁場保全対策基礎調査が1979（昭和54）年から4年ごとに実施されている。

陸奥湾では1949年以降、定期海洋調査の事業などで海洋観測が行われてきた。さらに、浅海定線観測は1972（昭和47）年から始められたが、ここではデータが比較的そろっている1982（昭和57）年以降のデータを使って、陸奥湾における水温変

動について若干の解析を行った。

材料及び方法

青森県水産増殖センター、青森県水産総合研究センター増養殖研究所及び地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所発行の漁況海況予報事業浅海定線観測結果報告書（1982年から2011年）を資料とし、所定層（0,5,10,20,30,40,50m）の水温データを整理して用いた。

観測点は年代によって変動がみられたため、陸奥湾湾口部、西湾、中央部及び東湾の4つの海区分け（図1、表1）、海区分けごと各層ごとの月平均

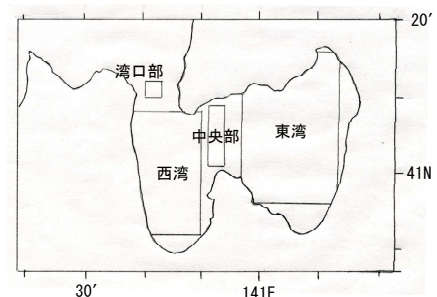


図1 海区分け

表1 使用したデータ

海区分け	記号	位置(北緯、東経)	深さ	層数	ブイロボット
湾口部	ent	41-10~12 140-40~43	0.5,10,20,30,40,50m	7	
西湾	w	40-52~41-8 140-39~50	0.5,10,20,30,40m	6	平館、青森
中央部	c	41-1~9 140-51~54	0.5,10,20,30,40m	6	
東湾	e	40-56~41-16 140-57~141-13	0.5,10,20,30,40m	6	東湾

※1982年9月から2011年12月の浅海定線データを使用

値を算出して解析に用いた。クラスター分析等は

独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所の水溫經驗的予測システム（2005年3月作成）を用いたが、欠測期間を少なくするため西湾の1984年1月から2月、95年11月から96年3月及び東湾の95年11月から96年3月はブイロボットのデータで補完した（表2）。欠測が2ヶ月以内の場合は月偏差値で直線補完し、それでも欠測がみられ

表2 ブイロボットの位置

	緯度	経度
平館	41-9-13.20	140-40-22.20
青森	40-55-11.88	140-47-24.34
東湾	41-6-15.00	140-57-46.20

※西湾の84年1～2月、95年11月から96年3月、東湾の95年11月から96年3月はブイロボットデータで補完した。

た湾口部データについては西湾データとの相関関係から補完を行った。

水溫構造や水溫変動を解析するために、水溫經驗的予測システムを使ってクラスター分析や主成分分析を行い、海区ごとに検討を加えた。

また、陸奥湾の水溫の変化が他のどの時系列と似ているのかを調べるため、日本海や津軽海峡の水溫、流量などの指標値の時系列との比較を行った。

結果

1 地域的な水溫変動の差

クラスター分析の結果、湾口部の5m以浅（I）、西湾、中央及び東湾の表層（10m以浅）（II）、西湾、中央及び東湾の底層（20mから40m）（III）、湾口部の10mから20m（IV）、湾口部の30mから40m（V）及び湾口部の50m（VI）の6グループに分けられた（表3）。

表3 クラスター分析の結果

水深(m)	湾口部	西湾	中央	東湾
	ent	w	c	e
0	I	II		
5				
10	IV	III		
20				
30	V	III		
40				
50	VI	-	-	-

これら6グループはユークリッド距離で概観すると、湾口部の極表層、西湾、中央及び東湾の全層（I～III）と湾口部の10m以深（IV～VI）のふたつに大別されていた（図2）。

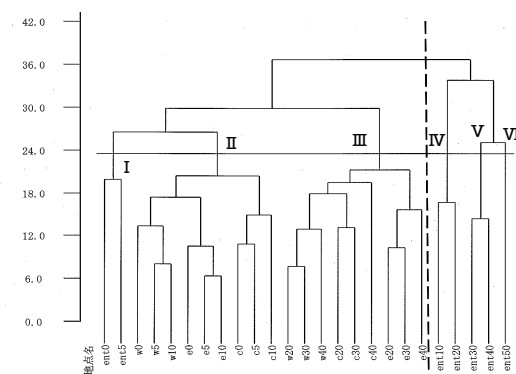


図2 クラスター分析結果（デンドログラム）

クラスターごとの季節変動をみるために、クラスター内の観測値を月平均値として図3に示した。これを見ると、水溫が最高となるのは各クラスタ

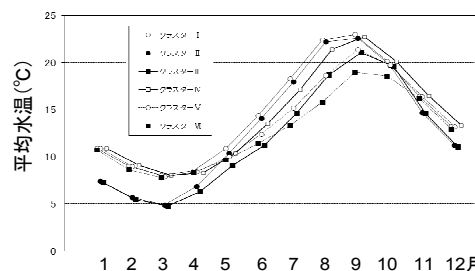


図3 クラスターごとの月平均水溫の推移

ーとも9月で、最低となるのは同じく各クラスタとも3月となっていた。9月の高水溫期の水溫が最も高くなるのはクラスターI（湾口部表層）で、クラスターIV（湾口部の10～20m）やクラスターII（西湾、中央及び東湾の表層）も高い傾向がみられた。これらのグループは8月から引き続いて水溫が高めの傾向を示していた。9月に水溫が低めの傾向をみせたのは、クラスターVI（湾口部底層）であった。

3月の低水溫期の水溫が低いのはクラスターII（西湾、中央及び東湾の表層）とクラスターIII（西湾、中央及び東湾の底層）であった。

2 クラスタごとの季節変動

クラスタごとの季節変動をみるために、クラスタ内の月平均各層水温を正規化した値から変動傾向を傾きとして算出し、クラスタ内で平均して図4に示した。これを見るとクラスタ I

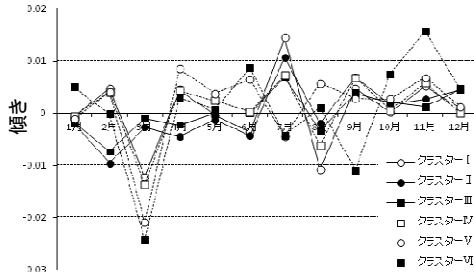


図4 クラスタごとと月ごとの水温の変動傾向

(湾口部表層)では3月と8月に水温低下の傾向がみられ、7月には水温上昇の傾向がみられた。クラスタ II (西湾, 中央及び東湾の表層)は2月に水温低下の傾向, 7月及び9月に水温上昇の傾向がみられた。クラスタ III (西湾, 中央及び東湾の底層)も2月に水温低下の傾向, 7月及び9月に水温上昇の傾向がみられた。クラスタ IV (湾口部の10mから20m)は2月に水温低下の傾向, 7月及び12月に水温上昇の傾向がみられた。クラスタ V (湾口部の30mから40m)は2月に水温低下の傾向, 9月に水温上昇の傾向がみられた。クラスタ VI (湾口部底層)は3月に水温低下の傾向が顕著で, 11月に水温上昇の傾向がみられた。

総じてみると, 3月の水温低下傾向が最も顕著にみられた。水温上昇傾向が強いのは7月及び9月から12月であった。

3 陸奥湾の水温の変動特性と経年変化

主成分分析を行って得られた結果から, 陸奥湾の変動特性を検討した。

表4には第1から第3主成分の固有ベクトルの分布を示した。各主成分スコアの寄与率は第1主成分が60.6%, 第2主成分が17.5%, 第3主成分が11.5%であった。第1主成分から第3主成分までの累積寄与率は89.6%であった。

第1主成分の分布は各クラスタとも正の値で

表4 固有ベクトルの分布

水深 (m)	湾口部 ent	西湾 w	中央 c	東湾 e
0	0.37	0.38		
5				
10	0.46	0.37		
20				
30	0.37	0.37		
40				
50	0.48	-	-	-

水深 (m)	湾口部 ent	西湾 w	中央 c	東湾 e
0	0.26	0.43		
5				
10	0.28	0.19		
20				
30	-0.25	0.19		
40				
50	-0.76	-	-	-

水深 (m)	湾口部 ent	西湾 w	中央 c	東湾 e
0	-0.18	0.44		
5				
10	-0.72	0.46		
20				
30	0.22	0.46		
40				
50	-0.03	-	-	-

※上から第1、第2、第3主成分の固有ベクトル

クラスタ IVと VIの値がやや大きくなっていて、第1主成分は陸奥湾全体の変動を示すものと思われる。湾口部の10mから20m層及び50m層の底層の変動がやや大きいことが示された。第2主成分の分布はクラスタ IIで正の比較的大きな値, クラスタ VIで負の比較的大きな値となっていた。第2主成分は西湾から東湾の表層と湾口部底層のシーソー変動を示していた。第3主成分の分布はクラスタ IIIと IIがやや大きな正の値でクラスタ IVが比較的大きな負の値となっていた。第3主成分は西湾から東湾の全層と湾口部の10~20m層のシーソー変動を示していた。

陸奥湾の年代ごとの変動をみるために, 主成分スコアの変動を検討した。

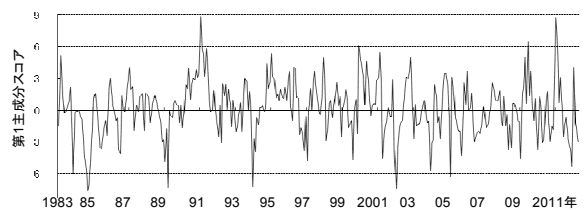


図5 第1主成分スコアの推移

図5に全体変動を表すと考えられる第1主成分のスコアを示した。これをみると、水温の低かった年代は1984, 88, 93, 2001年及び2006年で、水温の高かった年代は1990, 99, 2009年及び2010年であったことが読み取れた。

4 陸奥湾の水温と他の時系列との比較

陸奥湾の水温の変化が他のどの時系列と似ているのかを調べるため、日本海や津軽海峡の水温、流量などの指標値の時系列との比較を行った。ここでは陸奥湾の水温として第1主成分から第3主成分のスコアと日本海十三線の流勢指標のうち100m層最高水温、対馬暖流の流幅、水塊深度及び300m深を無流面とする対馬暖流の地衡流量、並びに函館と深浦の水位差から求められる津軽暖流の流量を使って相関を調べ、その結果を表5に示した。なお、相関を求めるにあたってはそれぞれ正規化した値を使用した。

表5 陸奥湾の水温と他の時系列の相関

	eof1	eof2	eof3
日本海十三線における100m最高水温	0.32	-0.12	0.07
日本海十三線における流幅	0.14	-0.06	0.10
日本海十三線における水塊深度	0.19	-0.01	0.02
日本海十三線における300m深を無流面とする地衡流量	0.23	-0.06	0.02
水位差から求められた津軽海峡を通過する津軽暖流流量	0.17	0.02	0.21

※eof1～eof3は陸奥湾の水温の第1主成分から第3主成分

これをみると陸奥湾の水温の第1主成分スコアと十三線の100m層最高水温、対馬暖流の地衡流量との間に比較的高い相関がみられた。また、第3主成分のスコアと津軽海峡を通過する津軽暖流の流量との間にも比較的高い相関がみられた。

考 察

クラスター分析の結果から湾口部のごく表層と湾内全体の水温変動のしかたが近似していることがうかがわれた。このことから、湾内との海水の出入りは湾口部のごく表層を通して行われていることが考えられた。しかし、水温の季節変動からみると、湾口部表層と関係が強いのは夏季には湾口部の10mから20m層と湾内の10m以浅で、冬季は湾口部10m以深の各層であった。これらのことから、夏季は湾口部表層から入った外海水は湾内の10m以浅の水温に強い影響を及ぼし

ているが、冬季は湾口部と湾内の鉛直構造が異なっている状態になっていることが考えられた。このため、冬季は湾内の水の動きが停滞することに加えて表層から冷却され、全体的に水温が低くなっていることが考えられる。

クラスターごとの長期変動を月ごとにみたとき、湾口部では2月から3月の水温低下傾向が強くみられた。これは湾口部から流入する対馬暖流の量が変化したか暖流の水温が低下したかが考えられる。湾口部上層では7月に水温上昇、8月に水温低下の傾向がみられているが、このことは湾口部の水温上昇が8月から7月に早まっていることを示すものと考えられる。湾内では2月の水温低下傾向がみられるが、これは冬季の停滞が進んできていることによると考えられる。7月には水温上昇傾向が強く、9月にも同様の傾向がみられる。これは湾内の水温上昇が早まり、水温の下がる時期が遅くなっていることが考えられる。

陸奥湾の水温の傾向として、3月に対馬暖流の影響が弱くなったことと夏季の水温上昇が早まったこと及び秋から冬にかけての水温降下が遅れるようになったことが挙げられる。

主成分分析の結果、第1主成分は全て正の値を示し、全体変動を表すものと思われた。第1主成分のスコアは異常冷水年といわれた1984年や2006年には低い値を示していた(奥田, 1986及び後藤ほか, 2007)。また、近年記憶に新しい2010年の猛暑年(田中, 2013)には高い値を示していた。1988年までは寒冷期、その後98年までは温暖期、99年には一時、寒冷になったといわれている(杉本, 2004)。今回の結果はこれらのことに概ね一致するものと思われる。

第2主成分は湾内の表層と湾口部底層のシーズン変動を示した。矢幅ら(2010)は平館ブイのデータを取りまとめ、湾口部底層は夏季から秋季にかけて湾内流入が極大となることを報告している。このことから第2主成分は、夏季から秋季にかけての津軽暖流水の流入の強さを表しているものと考えられる。長期的な変動傾向をみると、湾口部底層は11月の水温上昇傾向、3月の低下傾

向という傾向を示した。これは湾口部底層から流入する津軽暖流の秋季の影響がより遅くまで持続し、冬季の影響もより遅くにずれるような傾向を示している。秋季の津軽暖流の流入が弱い場合には湾内との水交換が悪くなって湾内表層の水温が高くなるという関係が予想される。

第3主成分は湾内の全層と湾口部10mから20m層のシーソー変動を示した。矢幅ら(2010)は湾口部上層は春季に湾内流入が極大となることを報告している。長期的な変動傾向をみると、湾口部10mから20m層は2月と5月の低下傾向を示している。これは湾口部上層から流入する津軽暖流の影響が冬季から春季にかけて弱まっている傾向を示している。第3主成分は春季の津軽暖流水の流入の強さを表しているものと考えられた。この時期の流入が弱い場合には湾内水のかき混ぜ効果が小さくなって上層からの冷気が下層に伝わりにくくなり、湾内全体の水温が相対的に高くなるという関係が想定される。

第1主成分から第3主成分のスコアが同時に特徴的な値を示す時期を抽出してそのときの海況を調べてみた。第1主成分スコアの正の値が大きく第2主成分スコアの負の値が大きい、すなわち、湾全体の水温が高く、湾口部底層からの流入が強いと思われる時期は1982年11月、90年10月及び97年8月などであった。82年は当初から底層への高温・高塩分の湾外水の流入がみられており、11月には水温も高めとなっていた。97年8月は水温は湾全体で平年より高くなっていた。

第1主成分スコアの正の値が大きく第3主成分スコアの負の値が大きい、すなわち、湾全体の水温が高く、湾口部中層からの流入が強いと思われる時期は1990年11月、91年1月及び2008年12月などであった。91年2月は全体として高温傾向となっていた。また、2008年12月は水温はかなり低めとなっていた。

第2主成分スコアと第3主成分スコアが同時に負の値が大きい、すなわち、湾口部中底層からの流入が強いと思われる時期はみられなかった。

第1主成分スコアの正の値が大きく、第2主成分

及び第3主成分スコアの負の値が大きい、すなわち、湾全体の水温が高く、湾口部中底層からの流入も強いと思われる時期は1990年9月であった。90年は高温年で、特に20m以深でその傾向が顕著にみられた。溶存酸素量は低下していた。11月には水温が平年並みから低め傾向となった。

以上のように、主成分のスコアと実際の海況との間には高い関連性が認められた。

相関分析の結果から、湾全体の水温と日本海十三線の100m層最高水温や地衡流量との間に比較的高い相関がみられたが、日本海100m深の水温や北上流量が陸奥湾の水温に影響を及ぼしていることが考えられる。また、津軽海峡を東進する津軽暖流の流量が湾口部中層からの流入に影響を与えていて、津軽暖流の流量が多ければ、湾口部中層からの流入は少なくなるという関係が想定される。

要 約

陸奥湾における1982年以降の海洋観測データを用いて水温変動について解析を行ったところ、地域的には6つのグループに分けられた。夏季は湾口部表層から入った外海水は湾内の10m以浅の表層水温に強い影響を及ぼしているが、冬季は湾口部の海水は鉛直混合により湾内に入りにくい状態になっていることが考えられた。

各グループの季節変動をみると3月の水温低下傾向が最も顕著にみられ、水温上昇傾向が強いのは7月及び9月から12月であった。陸奥湾の水温の傾向としては、3月に対馬暖流の影響が弱くなったこと、夏季の水温上昇が早まったこと、さらに秋から冬にかけての水温降下が遅れるようになったことが挙げられた。

陸奥湾全体の変動を示すものと思われる第1主成分の結果から、水温の低かった年代は1984、88、93、2001年及び2006年で、水温の高かった年代は1990、99、2009年及び2010年であったことが読み取れた。第1主成分のスコアは異常冷水年といわれた1984年や2006年には低い値を示し、近年記憶に新しい2010年の猛暑年には高い値を示し

ていた。第2主成分は夏季から秋季にかけての津軽暖流水の流入の強さを表しているものと考えられた。第3主成分は春季の津軽暖流水の流入の強さを表しているものと考えられた。

陸奥湾の水温の第1主成分スコアと比較的高い相関がみられたのは日本海十三線の100m層最高水温、対馬暖流の地衡流量などであった。日本海100m深の水温や北上流量が陸奥湾の水温に影響を及ぼしていることが考えられた。

引用文献

- 東奥日報社編. 1981. 青森県百科事典, p. 897
- 青森県水産増殖センター. 1982~2002. 漁況海況予報事業浅海定線調査.
- 青森県水産総合研究センター増養殖研究所. 2003~2008. 漁況海況予報事業浅海定線調査.
- 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所. 2009~2011. 漁況海況予報事業浅海定線調査.
- 奥田邦明. 1986. 1984年の異常冷水現象の発生過程について. 東北区水産研究所研究報告, 48:87-96.
- 後藤友明・平井光行・関口勝司・井ノ口伸幸・野田口倉吉. 2007. 三陸沿岸における春季異常冷水の接岸と水産業への影響. 水産海洋学会研究集会資料.
- 田中淳也. 2013. 陸奥湾における異常高水温の発生について. 東北ブロック水産海洋連絡会報, 43:27-35.
- 杉本隆成. 2004. 海流と生物資源. 成山堂書店.
- 矢幅寛・磯田豊・吉田達・小坂善信. 2010. 陸奥湾口を通過する交換密度流の季節変化. 海と空, 85-4:115-129.

小川原湖の環境変動について

佐藤 晋一・静 一徳

青森県産業技術センター内水面研究所 〒034-0041 十和田市大字相坂字白上344-10

E-mail shinichi_satoh@aomori-itc.or.jp

kazunori_shizuka@aomori-itc.or.jp

キーワード：小川原湖，漁場環境調査，塩分

Environmental variation of the Lake Ogawara

Shinichi Sato and Kazunori Shizuka

小川原湖は青森県の東部に位置し，高瀬川で太平洋とつながる汽水湖である．面積は63.2平方キロメートルで県内最大，全国でも11位であり，最大水深は25メートル，平均水深は約11メートルである．流入河川の主なものは七戸川，砂泥川，土場川，花切川など数河川あるが，流出河川は湖北東部から太平洋に注ぐ高瀬川のみである．

湖内では漁業が盛んに行われており，主な漁獲物はヤマトシジミ，シラウオ，ワカサギなどである．平成24年の水揚げ状況は2,800トン，19億5千万円ほどで，内水面漁業の漁獲量では青森県全体の約47%を占めている．

青森県では1996年からモニタリング調査により小川原湖の水温，塩分，溶存酸素などの観測を続けている．ここでは，2012年までのデータを使って，小川原湖における漁場環境の推移について整理を行った．

材料及び方法

解析に用いた資料は青森県内水面水産試験場，青森県水産総合研究センター内水面研究所及び地方独立行政法人青森県産業技術センター内水面研究所の漁場保全対策推進事業，漁業公害調査指導事業で得られたデータ（1996年から2012年の17年間）を用いて，所定水深（0, 5, 10, 20,

25m）のデータを整理した．

調査点は湖内に設けられた7定点で，St. 1からSt. 6は水深が約10m程度，St. 7は湖内で最も水深が深い25m程度であった（図1）．調査項目は透明度，水温，溶存酸素量，酸素飽和度，塩分，pHで，調査頻度は毎月1回程度で各年8回から12回の観測が行われていた．

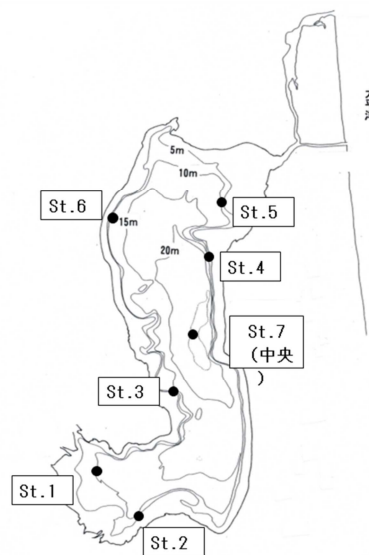


図1 調査定点（小川原湖）

また，より長期の傾向をみるために国土交通省東北地方整備局高瀬川河川事務所や青森県環境生活部環境政策課の塩分観測データなども参考にして解析を行った．

結 果

1 表層の環境

図2にSt. 1の表面水温の経年変化を示した。1996年以降の最高水温は1999年8月の30.2℃、最低水温は2012年1月の0.3℃であった。図2にはあわせてこの期間の傾向線も示したが、この期間の変化傾向としてはわずかな上昇傾向を示すのみであった。

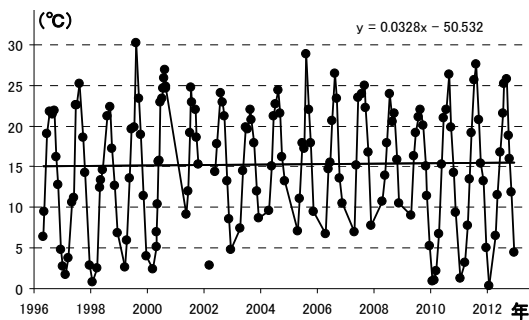


図2 表面水温の経年変化 (St. 1)

各観測点の10m以浅の水温平均変化量（データ使用期間内での1年間の変化量）を10年間の変化量に換算して表1に示した。絶対値で見ると、最も変化量の大きいのはSt. 6の5m層であるが、これはデータがそろわなかったためと思われた。この点を除くと、水温の変化量としては10年間で-1.01度から+0.87度となって、全体としては特に目立った変化はみられなかった。

表1 水温の平均変化量（10年間に換算）

St.	単位:度		
	0m	5m	10m(底層)
1	0.33	-0.33	-0.66
2	0.25	-0.07	-0.24
3	0.33	-0.02	-0.31
4	0.13	-0.07	-0.63
5	-0.22	-0.26	-
6	-0.43	-1.47	-
中央	0.87	-1.01	-0.86

図3にSt. 1の表面塩分の経年変化を示した。これを見ると、近年の塩分が高くなっていることが見受けられた。最高塩分は2009年4月、2010年1月、2月の2.4psuであった。傾向線は顕著な右肩上がりを示していた。

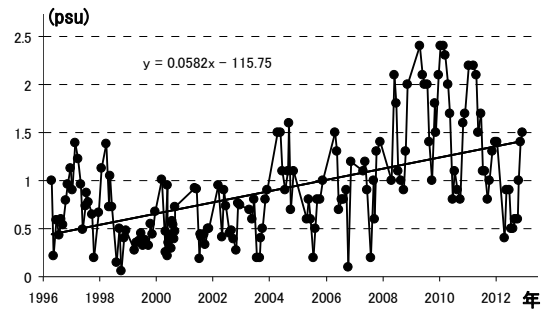


図3 表面塩分の経年変化 (St. 1)

表2 塩分の平均変化量（10年間に換算）

St.	単位:psu		
	0m	5m	10m(底層)
1	0.58	0.73	0.97
2	0.53	0.66	0.79
3	0.59	0.65	0.93
4	0.57	0.69	0.69
5	0.69	0.69	-
6	0.89	0.86	-
中央	0.60	0.91	0.87

各観測点の10m以浅の塩分平均変化量をまとめて表2に示した。これを見ると、全ての地点の10m以浅の塩分は上昇傾向を示していた。また、経年変化をみると、St. 4の表面や10m層、St. 3の10m層など特異的に高い値が散見された（図4にSt. 4の10m層を例示）が、その時期は1997年8月、2003年6月から12月、2010年11月から2011年1月など、各点における時期は一致してはいなかった（表7）。

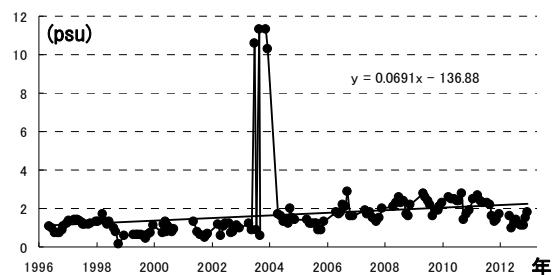


図4 塩分の経年変化 (St. 4 10m層)

図5にSt. 1の10m層の溶存酸素量の経年変化を示した。これを見ると、2月に最高、8月に最低となる季節変動がみられるが、2003年9月以降、無酸素に近い値が散見され、傾向線としては下降傾向をみせていた。同様の傾向はSt. 2やSt. 3の10m層でもみられ、これらの

地点でも2004年8月以降は無酸素に近い値が散見されていた。

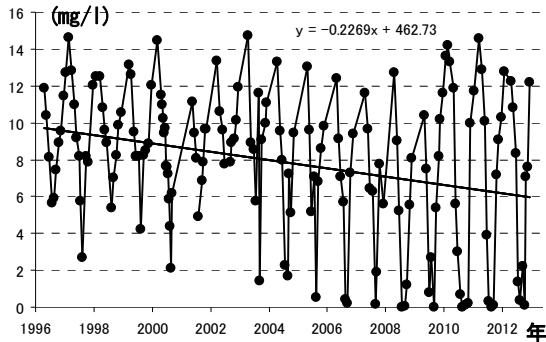


図5 溶存酸素量の経年変化 (St. 1 10m層)

各観測点の10m以浅の溶存酸素量平均変化量をまとめて表3に示した。これをみると、表面及び湖南側の点を除く5m層ではわずかに上昇傾向がみられたが、底層である10m深及び湖南側の5m層では下降傾向を示していた。

表3 溶存酸素量の平均変化量 (10年間に換算) 単位:mg/l

St.	0m	5m	10m(底層)
1	0.46	-0.42	-2.27
2	0.44	-0.38	-1.60
3	0.44	-0.07	-1.90
4	0.55	0.12	-0.97
5	0.52	0.20	-
6	0.67	0.27	-
中央	0.39	0.13	-1.85

図6にSt. 4の表面pHの経年変化を示した。傾向線は上昇傾向をみせていた。

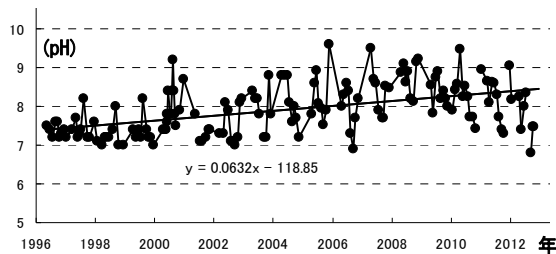


図6 表面 pH の経年変化 (St. 4)

各観測点の10m以浅のpH平均変化量をまとめて表4に示した。これをみると、表面及び5m層の湖北側の点で上昇傾向がみられた。10

m層では2006年以降、湖南側の地点で低い値が散見された。

表4 pHの平均変化量 (10年間に換算)

St.	0m	5m	10m(底層)
1	0.39	0.07	-0.22
2	0.55	0.20	0.06
3	0.53	0.31	0.13
4	0.63	0.47	0.30
5	0.63	0.51	-
6	0.63	0.33	-
中央	0.59	0.26	-0.10

図7にSt. 6の透明度の経年変化を示した。傾向線は下降傾向をみせていた。

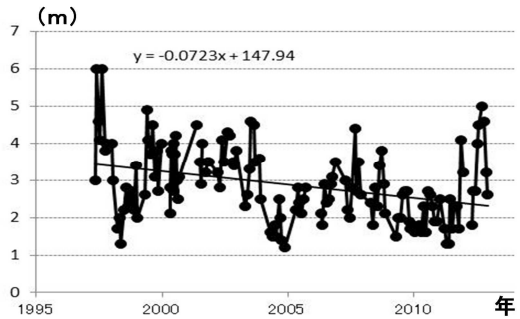


図7 透明度の経年変化 (St. 6)

各観測点の透明度の平均変化量をまとめて表5に示した。これをみると、湖の南部は2メートル前後で大きな変化はみられないが、中央から北部にかけては3ないし3.5メートルから2.2ないし2.4メートルと低くなる傾向を示していた。

表5 透明度の平均変化量 (10年間に換算)

St.	透明度
1	-0.01
2	-0.13
3	-0.45
4	-0.62
5	-0.70
6	-0.73
中央	-0.44

2 底層の環境

小川原湖で最も水深の大きい中央観測点 (St. 7, 水深25m) のデータを使用して底層の環境の推移をみた。水温については、水深15m層で低くなる傾向がみられたものの(表6),

20m層では季節変動が次第に小さくなって9°C付近に収束するような特異な傾向がみられた(図8)。

表6 中央観測点 (St. 7) における各観測項目の平均変化量 (10年間に換算)

観測項目\水深	0m	5m	10m	15m	20m
水温(°C)	0.87	-1.01	-0.86	-3.07	-0.25
塩分(psu)	0.60	0.91	0.87	2.85	6.39
溶存酸素量(mg/l)	0.39	0.13	-1.85	-5.02	-2.53
pH	0.59	0.26	-0.10	-0.31	-0.52

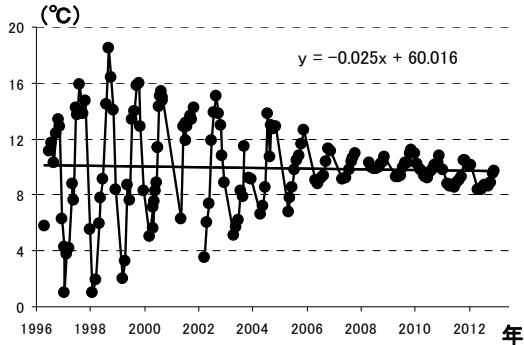


図8 水温の経年変化 (St. 7 20m層)

塩分については、表面、5m層、10m層、15m層及び20m層の全層で高くなる傾向がみられた。水深20m層では上昇傾向に加えて季節変動が次第に小さくなり、13psuから9psuに収束するような特異な傾向がみられた(図9)。

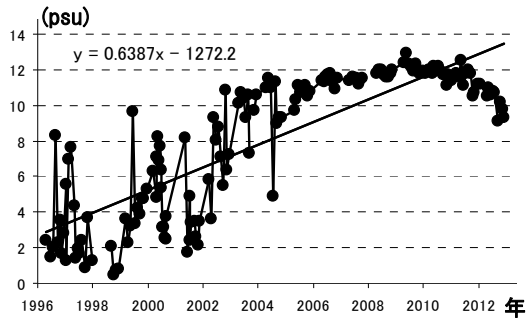


図9 塩分の経年変化 (St. 7 20m層)

溶存酸素量は水深5m以浅では顕著な傾向がみられなかったが、10m層や15m層では低くなる傾向がみられ、20m層では2002年4月以降、無酸素状態が続いていた(図10)。また、25m層ではデータがそろわないものの、1997年以降、無酸素状態が続いていた(図11)。

pHをみると、5m層では顕著な傾向はみられないものの、10m以深では深くなるほど低下傾向が顕著に表れていた(図12)。

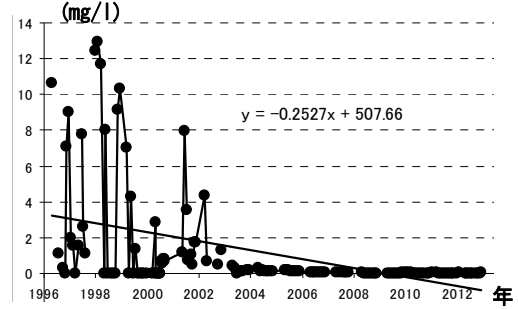


図10 溶存酸素の経年変化 (St. 7 20m層)

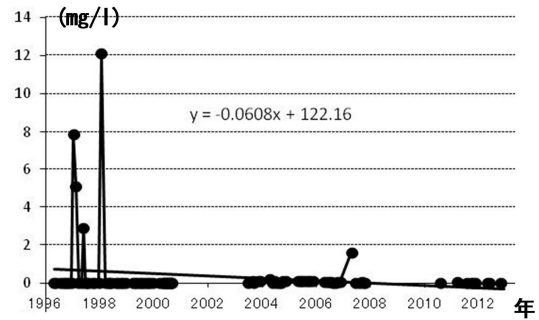


図11 溶存酸素量の経年変化 (St. 7 25m層)

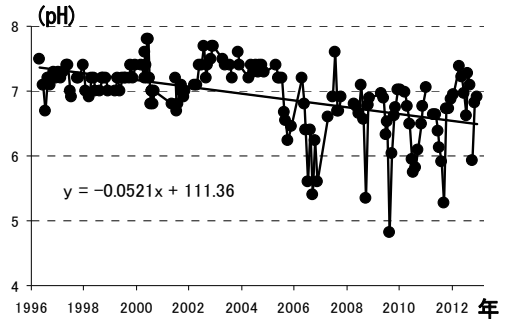


図12 pHの経年変化 (St. 7 20m層)

3 中央観測点 (St. 7) における躍層の推移

中央観測点は水深が約25mあるが、塩分や溶存酸素量の鉛直分布は図13に例示したよう

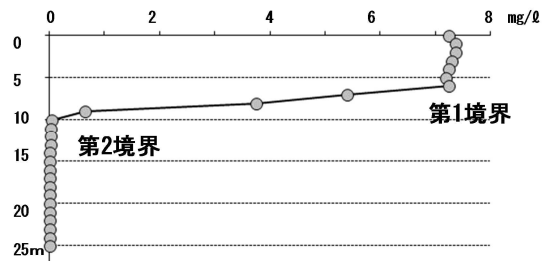


図13 二つの境界

(2012年9月 St. 7 溶存酸素量の鉛直分布)

に、上層と底層及びその中間層の3層に分かれることが多い。ここでは上層と中間層の境界となる水深を第1境界水深、中間層と底層の境界となる水深を第2境界水深と呼ぶことにした。水深1mごとの観測値が記録されている平成18年度以降のデータを使って、塩分と溶存酸素量について境界水深の推移を整理した。

図14には中央観測点における塩分の二つの境界水深の推移を示した。第1境界水深は5mから17m、平均12mで、2006年から2013年までの傾向でみると、12.9mから11.4mへと約1.5m浅くなっていた。また、第2境界水深は17mから24m、平均21mで、2006年から2013年までの傾向でみると、21.7mから20.2mへと約1.5m浅くなっていた。

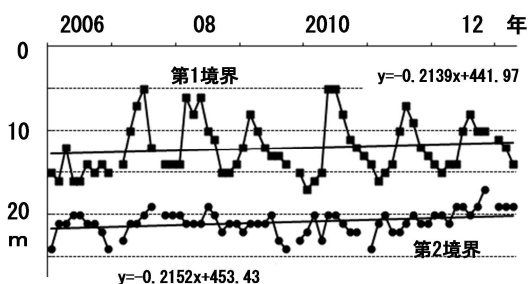


図14 塩分境界の経年変化 (St. 7)

図15には塩分の境界水深の月平均値を算出して季節変化として示した。第1境界水深は7月から9月の夏場に10m以浅と浅くなるが、第2境界水深は1月と3月に22m以深と深くなる傾向がみられた。二つの境界水深は5月に最も近づき、7月から9月に最も離れる傾向を示した。

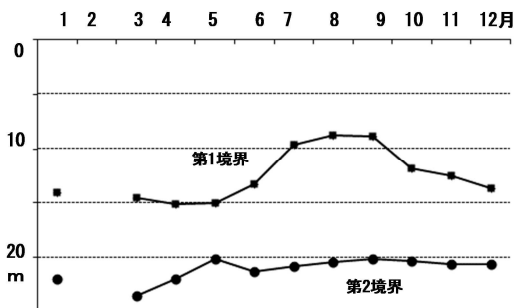


図15 塩分境界の季節変化 (St. 7)

図16には中央観測点における溶存酸素量の二つの境界水深の推移を示した。第1境界水深は3mから17m、平均10mで、2006年から2013年までの傾向でみると、10.2mから9.7mへと約0.5m浅くなっていた。また、第2境界水深は6mから18m、平均14mで、2006年から2013年までの傾向でみると、14.4mから13.1mへと約1.3m浅くなっていた。

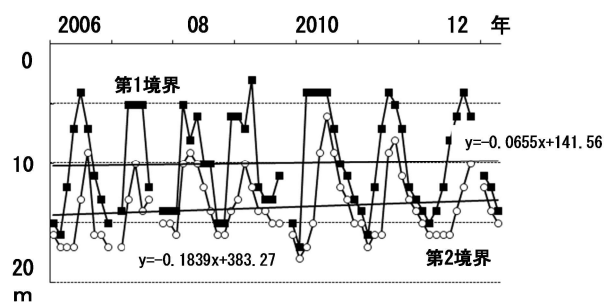


図16 溶存酸素量境界の経年変化 (St. 7)

図17には溶存酸素量の境界水深の季節変化を示した。第1境界水深は7月から9月の夏場に6m以浅と浅く、10月から5月は11m以深となり、第2境界水深は8月に10m、12月から6月に15m以深と深くなる傾向がみられた。二つの境界水深は10月から4月に近づき、6月から7月に離れる傾向を示した。

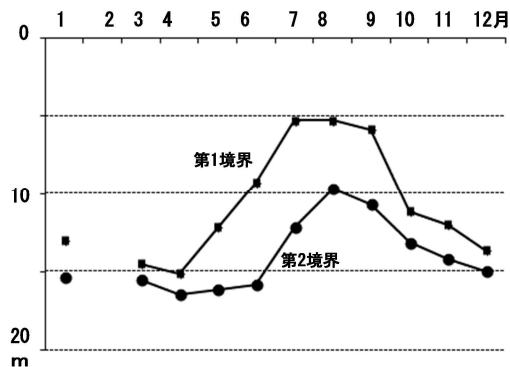


図17 溶存酸素量境界の季節変化 (St. 7)

考察

表層塩分の経年変化では特異的に高い値が散見されたが、各点における時期は一致してはいなかった。しかし、その地点は高瀬川から逆流

する海水の通過経路と思われることから、底層から入った塩水が表層部まで及んだ結果とみることができる。また、塩分の上昇が時系列的に湖北から湖南に向かうようにもみえ、結果的に塩分上昇が散発的にみえたと考えることができる。

水深10m層では2003年以降無酸素に近い状態が散見された。これは特に、7月から9月の夏季に多くみられ、溶存酸素量の第2境界水深が浅くなる時期であることから、底層の無酸素層の影響を受けた結果と思われる。

透明度は湖の北側ほど低くなる傾向をより強く示していた。これは海水の流入口である高瀬川により近く、流入した海水が底部から堆積したかたちで透明度の低下に影響を及ぼしたものと考えられる。

中央観測点の20m層では、季節変動が次第に小さくなって水温約9℃、塩分13psuから9psu、無酸素状態、と変動が極めて小さくなってきている。これは密度の大きい塩水が底層から溜まってきていることを伺わせる。

塩分や溶存酸素量の鉛直分布には二つの境界がみられた。これは表層の季節変化に伴う境界と、底層で塩水が停滞してできたと思われる底層水の上面が二つの境界を形成しているものと思われる。

塩分の境界は最近7年間で第1境界、第2境界ともに約1.5m浅くなっていた。また、第1境界は夏季に最も浅くなっていた。第2境界は底層から塩水が溜まってきたことが考えられるが、第1境界については底層水の拡大に伴って夏季の成層構造が発達しにくくなったことが原因と考えられる。

溶存酸素量の境界は最近7年間に第1境界で約0.5m、第2境界で約1.3m浅くなっていた。第2境界は底層から塩水が溜まってきたことが考えられるが、第1境界については冬季から春季に15m程度、夏季には5m程度という季節変動が植物プランクトンの働きにより維持されているためではないかと考えられる。また、第2境界も8月

に最も浅くなるという季節変動をみせるが、これは中底層の水温上昇に伴って有機物の分解が進む結果ではないかと考えられた。

平成8(1996)年以降でみると、小川原湖の水深20m以深の底層では水温、塩分、溶存酸素量の変化が小さくなってきて、塩水が底からたまって停滞してきたようにみえる。

底層の無酸素層は塩水(海水)が入ってきたことが原因といわれている。もしそうであれば、塩水が「いつ、どの程度、どのようにして」入ってきたのか、これを説明できるデータを観測値から集めて表7にまとめてみた。これみると、「塩分値が突発的に高くなったとき」や「塩分が徐々に高くなってきた時期」を読み取ることができる。また、1997年ごろから塩水が入ってきたかもしれないということが読み取れる。観測がこのあたりから始まったためかもしれないので、それ以前のデータについても調べてみた。

表7 小川原湖における塩分上昇の時系列

年	月	記 事
1997	8	St. 4の0mで突発的に上昇
2000	5	St. 4の5mで突発的に上昇
2002	1	中央観測点の20m層で季節変動がなくなってきた
2003	6~12	St. 4の10mで突発的に上昇
2004	1	St. 6, St. 5, St. 3で徐々に上昇し始める
2004	4	St. 1で上昇し始める
2005	1	中央観測点の表層で上昇し始める
2005	2	(2005年ごろから)
2007	9	St. 1及びSt. 2で上昇し始める
2007	10	(2007年後半)
2008	1	St. 1及びSt. 2で上昇し始める
2008	2	(2008年前半)
2008	8	St. 1及びSt. 2で上昇し始める
2008	9	(2008年後半)
2008	10	St. 1で上昇し始める
2010	11~1	St. 3の10mで突発的に上昇

国土交通省東北地方整備局高瀬川河川事務所(八戸市)では小川原湖の水深19m地点に観測塔を設置して、昭和57年(1982年)ごろから観測を行っている。観測塔のセンサーの最深部は15.6mで、塩分のデータは1990年以降のものがあるが、1997年ごろから徐々に上昇してきているようにみえる(図18)。青森県環境生活部の「公共用水域水質調査(昭和61年度~平成23年度)」の塩分データは小川原湖中央の水深15~20mのものであるが、2000年頃から上昇しているようにみえる(図19)。また、1990年代にも塩水の侵入を思わせる塩分の突発的な上昇がみ

られる。

このように、小川原湖に塩水が侵入したと思われる事象がデータからうかがわれたが、海水が侵入するのは湖面より海面が高くなるのが原因といわれている。このため、小川原湖と太平洋の水位が逆転することがあるのかどうか、潮位データなどを使って確かめてみた。

使用したデータは小川原湖の水位データ（1981年～2009年，国土交通省東北地方整備局高瀬川河川事務所：<http://www.thr.mlit.go.jp/takase/>），海のデータとして、小川原湖の出口のむつ小川原の潮位データ（2000年～2008年，日本海洋データセンター：http://www.jodc.go.jp/index_j.html）と八戸の

潮位データ（1963年～2009年，日本海洋データセンター：http://www.jodc.go.jp/index_j.html）で、八戸とむつ小川原の海の潮位データはTP（東京湾平均海面）表示とした。

潮位データ等を月平均値や日平均値で見ると、常に小川原湖の水位の方が高くなっていた。秋季に水位差が小さくなる傾向がみられたが、いずれも水位差がマイナスになる月はみられなかった。そこで、小川原湖とむつ小川原の月平均水位差が比較的小さい2008年11月、小川原湖と八戸の月平均水位差が比較的小さい1995年11月及び97年10月について、時間ごとのデータでみると、水位差がマイナスになる時間帯がみられた（最長は1995年13時間，97年4時間，2008年7時間）（図20）。

このことは、海水が小川原湖に向かって侵入していることを示している。さらに、この3つの月について、高瀬川沿岸の海面高度分布を調べてみた。

95年は11月上旬には沖合の正偏差域と合流していた。97年10月上旬には沿岸域に正偏差域が

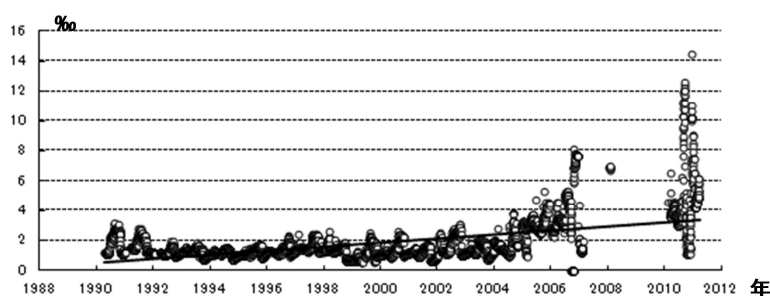


図18 塩分の推移（小川原湖総合観測所 水深15.6m層）
資料：国交省 高瀬川河川事務所

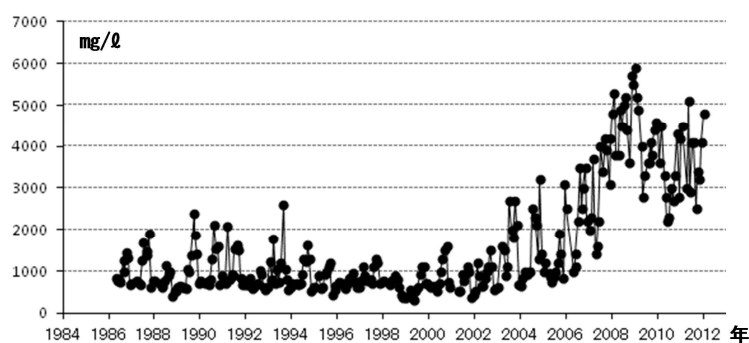


図19 塩分の推移（小川原湖中央 水深15～20m層）
資料：青森県環境生活部

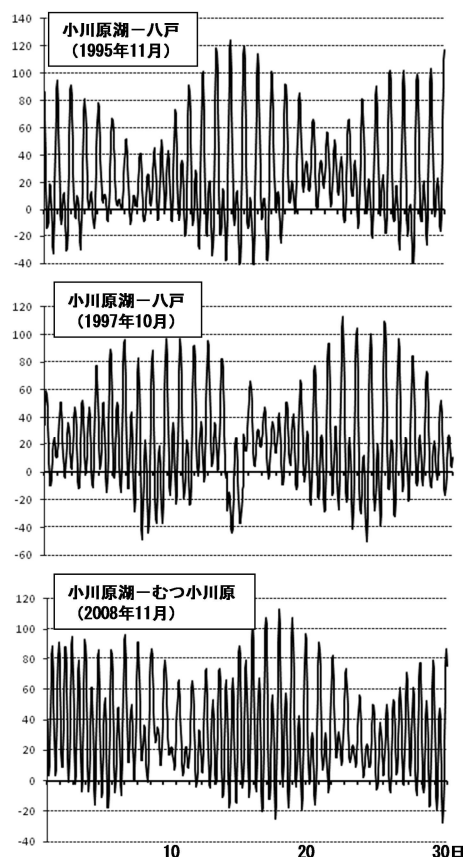


図20 水位差の推移（1時間ごと）
縦軸は水位差（センチ）

分布していた。また、2008年11月下旬から12月に沿岸域にも正偏差域が分布していた(図21, 独立行政法人海洋研究開発機構: <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/jcope/htdocs/link.html>)。

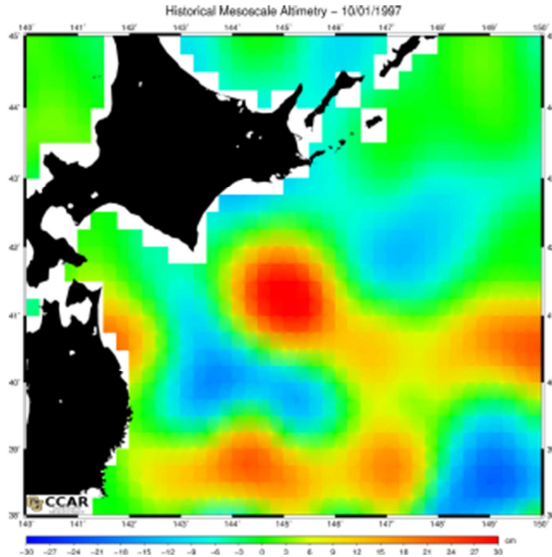


図 21 高瀬川沿岸部の海面高度分布
(1997年10月上旬)
資料: コロラド大学HP

高瀬川沿岸海域の海面高度を指標化してその推移をみたところ、この26年間では正偏差の頻度が高くなってきていることがうかがわれた(図22)。今後もこの傾向が続くならば、海水が小川原湖内に侵入する頻度が高くなる要因になると思われた。

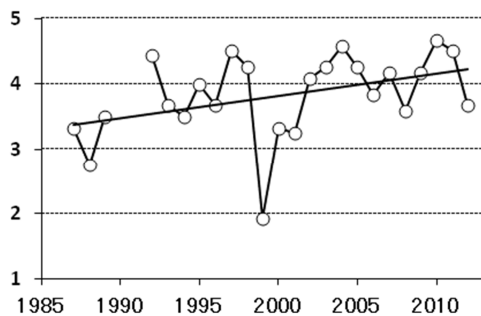


図 22 高瀬川河口部の海面高度の推移
(海面高度を指標化して年平均で示した)

国、県、流域市町村で構成される小川原湖水環境対策協議会では水環境保全対策として下水道整備、畜産・工場排水対策を進めている。また、湖内での対策としては、養浜、植生浄化や

炭素繊維浄化等の試験が行われている。塩水対策としては、「塩水遡上を妨げる施設」が検討されている。

平成7年にはシジミカイのへい死があった。平成16年、21年から22年には糸状ラン藻類の大発生によりシジミカイなどにカビ臭が付くという問題が発生した。

今後は、糸状ラン藻類のモニタリングも含めて、漁場環境のモニタリングを継続し、現状把握や情報提供に努めていく必要がある。

要 約

1996年から2012年までのデータを使って、小川原湖における漁場環境の推移について整理を行った。中央観測点の20m層では、季節変動が次第に小さくなって水温約9℃、塩分13psuから9psu、無酸素状態、と変動が極めて小さくなってきていた。これは密度の大きい塩水が底層から溜まってきていることを伺わせた。

小川原湖に塩水が侵入したと思われる事象がデータからうかがわれたため、小川原湖と太平洋の水位が逆転することがあるのかどうか、潮位データなどを使って確かめてみた。時間ごとの潮位データでみると、水位差がマイナスとなり塩水が小川原湖に逆流する時間帯がみられた。このことは、海水が小川原湖に向かって侵入する可能性を示していると思われた。

高瀬川沿岸の海面高度分布をみると水位差がマイナスとなる時期は沿岸域に海面高度が高いことを示す正偏差域が分布していた。高瀬川沿岸海域の海面高度を指標化してその推移をみたところ、この26年間では正偏差の頻度が高くなってきていることがうかがわれた。

本号は下記の外部校閲者のご校閲を頂きました。ここに、深く謝意を表するとともに、明記させていただきます。

八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 教授 藤原 広和

独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所 副所長 横内 克己

(敬称略, ABC 順)

編集委員会

委員長 二木 幸彦

委員 中田 健一, 伊藤 欣吾, 佐藤 晋一

青森県産業技術センター水産総合研究所研究報告第8号

2014年5月 日印刷

2014年6月 日発行

発行 〒039-3381 青森県東津軽郡平内町大字茂浦字月泊10

青森県産業技術センター水産総合研究所

Bulletin of Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center
Fisheries Institute

No. 8, June 2014

CONTENTS

Original Paper

Additional Records and Revisions to the Revised Catalog of the Fishes Collected from the Waters of Aomori Prefecture—I Tomoyuki YAMANAKA and Kingo ITO	1
Reevaluation for seasonal and interannual variations of the flow passing through the Tsugaru Strait Shinichi SATO	11
Water temperature variability in the Mutsu Bay Shinichi SATO	15
Environmental variation of the Lake Ogawara Shinichi SATO and Kazunori SHIZUKA	21