

オオクチバスの産卵場を制限する底質環境の探索

鎌田健太郎^{1*}・平出 亜¹・鴨下智裕²・佐藤好史³

¹ 応用地質株式会社 東北支社 〒983-0043 宮城県仙台市宮城野区萩野町 3-21-2 TEL 022-237-0471 FAX 022-237-0476 e-mail kamata-kentaro@oyonet.oyo.co.jp

² 応用地質株式会社 東京本社 〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町 2-61-5

³ 応用地質株式会社 本社 〒102-0073 東京都千代田区九段北 4-2-6 市谷ビル

* 責任著者

キーワード: 伊豆沼 外来生物 サイドスキャンソナー 防除 リップル

2008 年 2 月 13 日受付 2008 年 3 月 10 日受理

要旨 2006 年の調査では伊豆沼におけるオオクチバスの産卵場は、底質が砂でリップルが形成されていない(波浪の影響が少ない)範囲に集中していると推察することができた。2007 年は産卵場である底質において、どのような要因がリップル形成に寄与するかを明らかにした。調査の結果、リップル形成のメカニズムは、風速 5m/s 程度以上で起こる波浪が誘因となり、底質材料が細粒分(シルト、粘土)のような緩い底質面全体が移動することにより形成されたと考えられた。透明度の低い池沼において、オオクチバスの産卵床(底質が砂～砂礫)を特定するには、サイドスキャンソナーによる調査が有効であり、特に強い風の吹く池沼においては、底質面に形成されるリップル分布図および底質分布図を整理することが有効であることが分かった。

はじめに

特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律(外来生物法)が 2005 年に施行され、オオクチバス *Micropterus salmoides* が特定外来生物となったことにより、オオクチバスの防除に対する取り組みは全国的に活発になりつつある。調査地である伊豆沼(宮城県栗原市および登米市)では、オオクチバスの繁殖抑制を目的とした、人工産卵床を用いた卵の駆除、小形刺網による親魚や三角網による稚魚の駆除が行なわれている(高橋ほか 2007, 進東ほか 2007)。そして、伊豆沼におけるオオクチバスの主な天然産卵場は、2000 年 6 月上旬に三角網の採捕により体長 10～15mm の本種の稚魚が集中的に大量採集されたことから、南岸の底質が砂の水域であると推察されている(高橋 2005)。しかし、透明度が 30cm 以下であることが多いため、天然産卵場の分布や産卵場の要因となる底質の分布に

について、これまで詳細に知られていなかった。

オオクチバスの生態情報には、本種の産卵盛期は水温が 16～20 のときであり、産卵場は水深が 0.80～2.45m の砂礫底とされている(桐生・深沢 1982, 津村 1989)。さらに、産卵床のある位置は、周囲に必ずヨシや水草、木の根、人工廃棄物や桟橋などの障害物がある砂利または礫の湖底で、底質が泥の場合は沈木や水草の根元が産卵床として利用されるといわれている(吉沢 1992)。このことから、沼底の底質や障害物の分布状況を把握することでオオクチバスの産卵場を検知し、産卵期に産卵床の破壊や親魚の捕獲などを行なうことにより効果的な防除につながれると考えた。そして、2006 年に人工産卵床による本種の防除が行なわれている伊豆沼南岸において、サイドスキャンソナーによるオオクチバス *Micropterus salmoides* の産卵場調査(齋藤ほか 2007)を行なった。

その結果、個々の天然産卵床を判別することはできなかったが、濁りの強い水域であっても、水深 1m 以上であればサイドスキャンソナーによって産卵場の条件となる底質や障害物の区分の他に、波浪の影響で生じると考えられたリップル(砂漣)の形成範囲を把握できることが明らかになった(齋藤ほか 2007)。オオクチバスが産卵床を作る場所としては、水深や底質、障害物の有無に加え、地形(強い波浪の影響を受けず、かつ水通しのよいところ)によっても営巣の適地は制限される(淀 2002)。つまり、リップルの形成範囲は強い波浪の影響を受けるためオオクチバスが産卵場として利用できないと考えられ、伊豆沼における産卵場は底質が砂でリップルが形成されていない(波浪の影響が少ない)範囲に集中していると推察することができた(齋藤ほか 2007)。

2007 年の調査では、産卵場である底質において、どのような要因がリップル形成に寄与するか明らかにすることを目的とした。リップル形成の主な成因は、誘因として風による波浪が、素因として水深、植生、地形(傾斜)、底質材料(粒度組成)、底質の締め具合が考えられた。これらリップル形成の成因を把握することにより、より正確に、より詳細にオオクチバスの産卵場を絞り込むことが可能であると考えられる。



(国土地理院 数値地図 25000(地図画像)一関より引用)

図1. 調査位置図(広域)

本研究では、サイドスキャンソナーを用いて 2006 年と同様な方法で底質分布図を作成し、2006 年と 2007 年との結果を比較することで底質分布状況の再現性の確認とリップルが形成されやすいゾーンを抽出した。また、水際の代表地点で波浪、水深、植生、地形(傾斜)、底質材料(粒度組成)および底質の締め具合をそれぞれ調査し、リップル形成に寄与する成因を考察した。そして、これらの結果から、繁殖期におけるオオクチバスの効果的防除ゾーンを抽出した。

方法

調査対象地は、宮城県北部に位置し、昭和 60 年 9 月には内沼とともにラムサール条約に登録地として指定された伊豆沼(北緯 38 度 43 分、東経 141 度 07 分)である(図 1)。伊豆沼と内沼は 1 本の水路でつながる隣接した沼で、面積はそれぞれ 289ha、98ha、沿岸長 15km、5km、最大水深 1.6m ほどである。

1 サイドスキャンソナーを用いた底質分布状況の把握

沼底環境の状態を把握するために、サイドスキャンソナーを用いて底質土分布図を作成した。サイドスキャンソナーは図 2 に示したように、船で曳航体と呼ぶセンサーを曳航し、曳航体の左右舷にあるトランスデューサーから船の進行方向に対して直交の方向に超音波を扇形に発振させ、水底からの後方散乱波(反射波)を受振する。得られた受振波を、時系列順に振幅強度の違いに応じて濃淡画像化し、モザイク図と呼ぶ音響画像イメージへとデータ処理をする。このモザイク図の濃淡パターンから底質(岩、礫、砂、泥)や水底面上の物質(植生、溝、魚網)を判別することができる。一般に、泥などの軟らかい底質土では受振振幅が小さく、岩や礫など固い底質土では振幅が大きい。また、曳航体の直下付近の振幅は小さくなる(鴨下・岡村 2005)。なお、測定レンジは水深と湖岸までの距離を考慮し、片舷 37m(両舷 74m)とし、使用周波数を 500kHz(中心周波数 445kHz)とした。サイドスキャンソナーによる調査は 2007 年 4 月 18 日に行ない、航行コースは図 3 に示す伊豆沼沿岸一周とした。

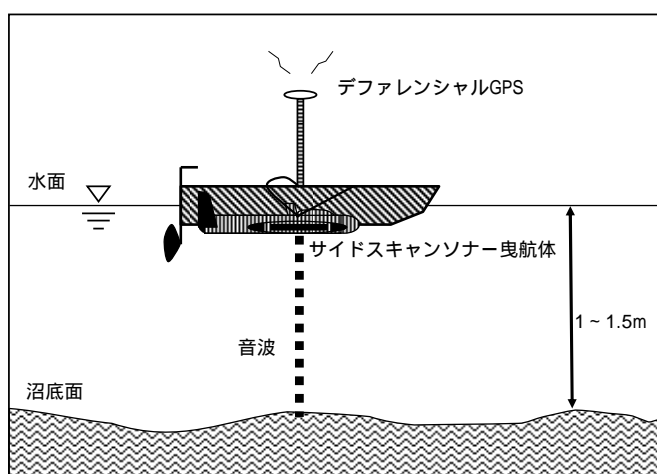


図 2. サイドスキャンソナー測定概念図

2 リップル形成に寄与する成因の把握

オオクチバスの主要な産卵場と考えられている伊豆沼南岸周辺において、リップル形成が確認されたゾーンと確認されなかったゾーンで、波浪、水深、植生、地形(傾斜)、底質材料(粒度組成)および底質の締め具合の調査を行なった。調査地点を図 3 に示す。

波浪について、風向、風速、流速および波高を測定した。風向および風速は湖面から 50cm の位置で中浅式風向風速計を用いて測定した。また、流速は 4 方向(N-S、NE-

SW、E-W、NW-SE)を水深の 6 割のところで電磁流速計を用いて測定し、沼面の波高は測量スタッフで測定した。風向、風速、流速および波高の測定は、風上に障害物がなく、伊豆沼南岸の気象状況を表すいくつかの代表的な地点で、2007 年 4 月 27 日に行なった。

水深、植生および地形(傾斜)断面図を作成するための簡易測量を実施した。簡易測量は水際を基準として 2m 間隔で水深を測定し、また水際付近の植生および地形(傾斜)の記録を行なった。

底質材料の採取方法は、沼底に底質トラップを 2007 年 4 月 20 日に設置し(図 4)、2007 年 5 月 8 日にこれを撤収することで捕捉した。捕捉した底質材料で粒度試験(JIS A 1204)を行なった。

底質の締めり具合を把握するため、ポータブルコーン貫入試験(JGS 1421)を行なった。ポータブルコーン貫入試験の地点は簡易測量と同じ測線上で、水際から 5m 間隔で行なった。

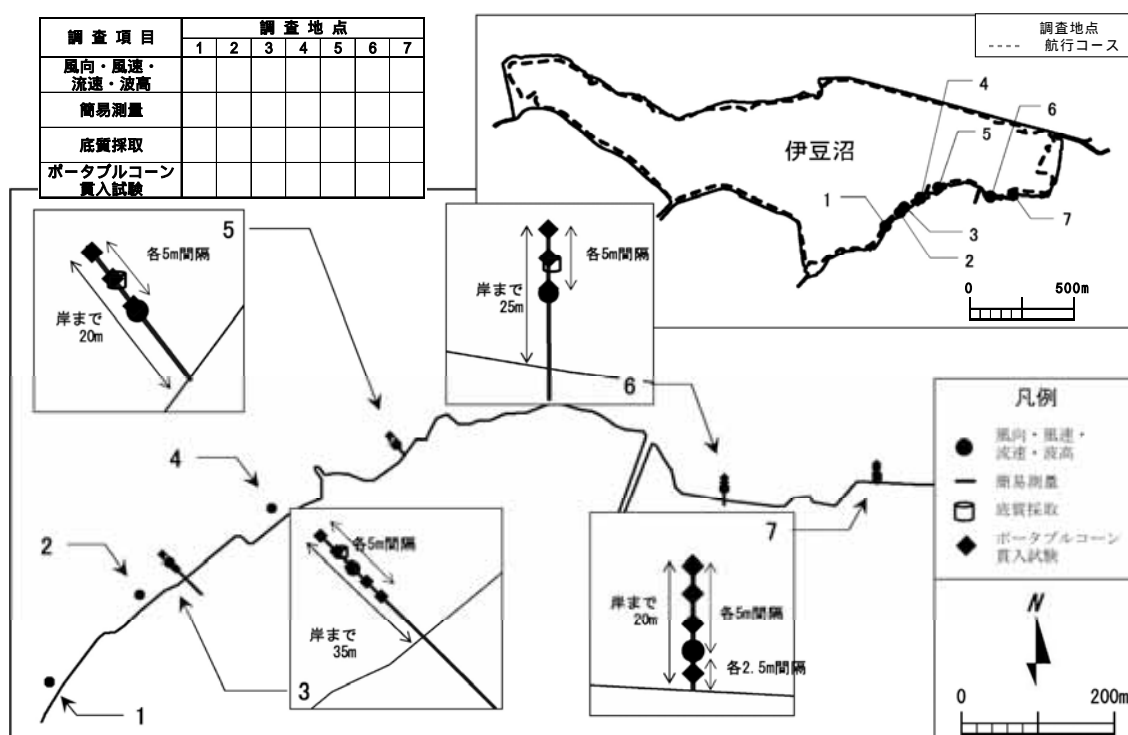


図 3. 調査位置図(伊豆沼南岸周辺)

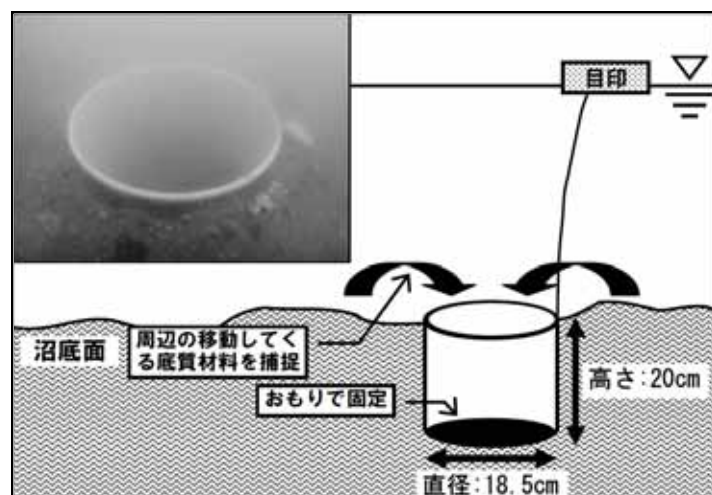


図 4. 底質トラップの設置状況

結果

1 サイドスキャンソナーを用いた底質分布図の作成

サイドスキャンソナー調査によって得られた沿岸部のモザイク図を図 5 に示す。モザイク図上では受振振幅強度が弱い底質は黒色、強い底質は明色で表現している。調査対象範囲の多くは茶色で表現されており、底質以外では植生や魚網などの分布がモザイク図から捉えられたが、前年と同様、明らかにオオクチバスの天然の産卵床と考えられる画像を識別することはできなかった。また、図 6 に示すように前年の伊豆沼南岸部調査で確認できた底質模様(リップル)が、今年は認められなかった。このことから、リッ

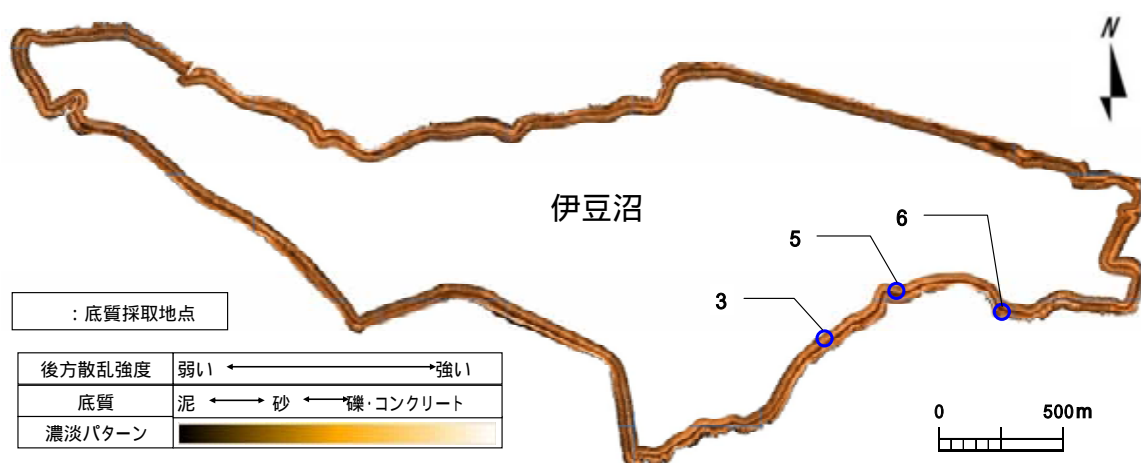


図 5. 2007 年のサイドスキャンソナーによるモザイク図および底質採取地点

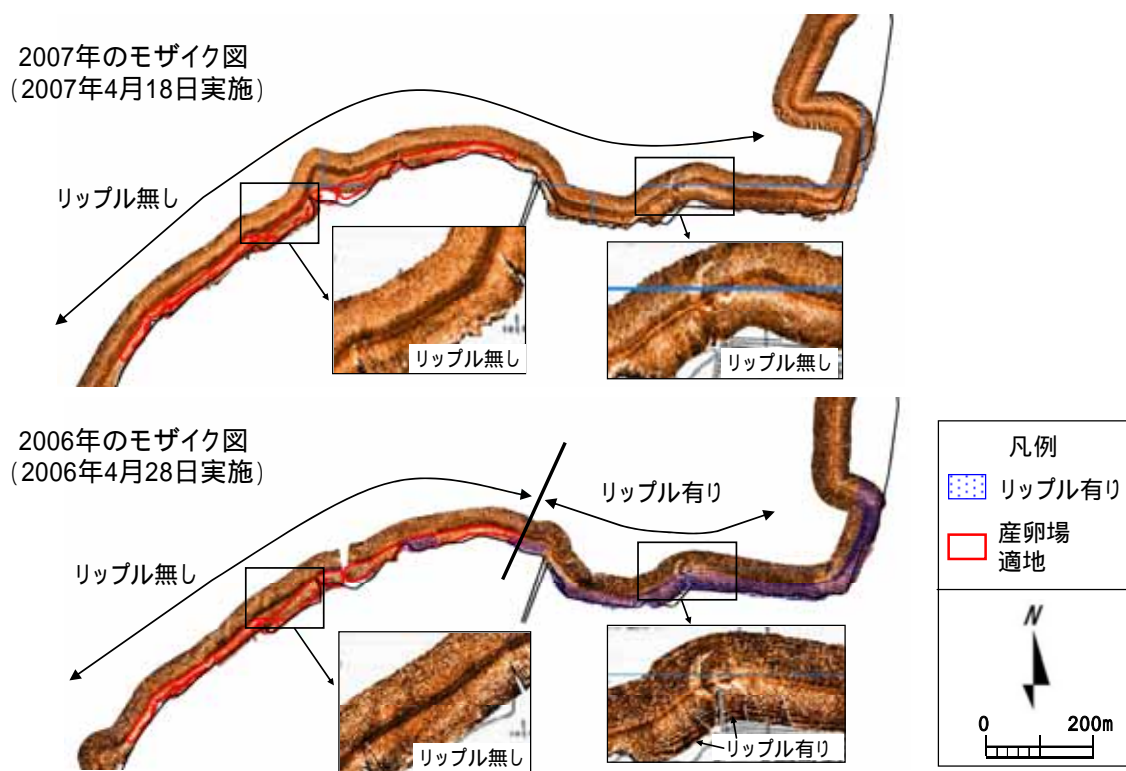


図 6. 2007 年と 2006 年とのモザイク図の比較

表 1. 底質材料の粒度試験結果

調査地点(試料番号)		3	5	6
粒 度	礫分 (2 ~ 75mm) %	1.9	15.6	1.4
	砂分 (0.075 ~ 2mm) %	91.0	75.9	30.0
	シルト分 (0.005 ~ 0.075mm) %	1.9	2.5	30.9
	粘土分 (0.005未満) %	5.2	6.0	37.7
	最大粒径(mm)	19	19	19
	50%粒径(mm)	0.33	0.48	0.016
	20%粒径(mm)	0.22	0.19	-
	10%粒径(mm)	0.17	0.11	-
	底質区分	砂泥	砂	泥
SSS	目視判読	薄茶色	白色	濃茶色
	平均輝度	107	169	135

SSS: サイドスキャンソナーの画像判読

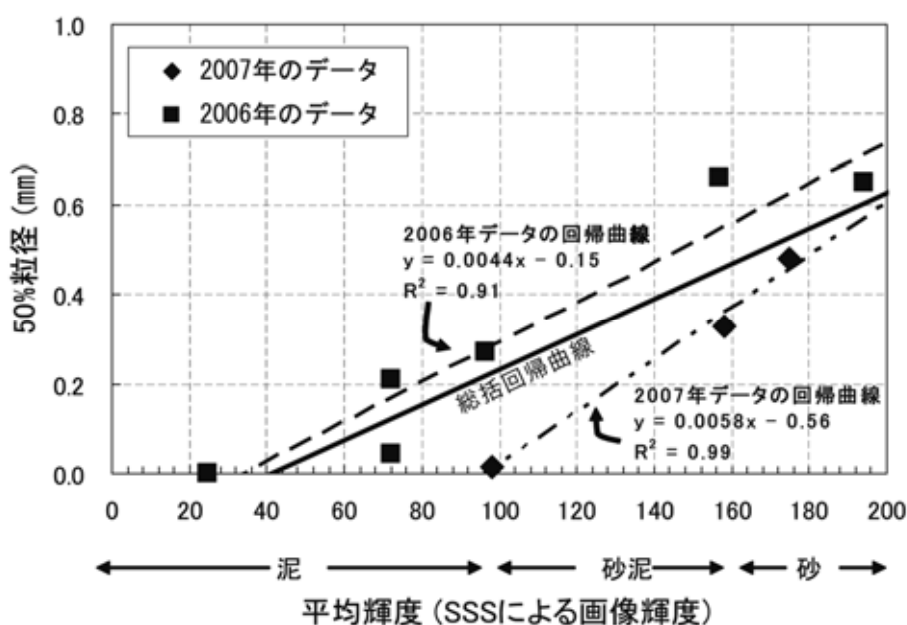


図 7. 底質採取地点における音響画像上の輝度と底質の粒度との関係

ブルは出現する時としない時があり, 風の影響を受けて出現をくり返すものと推定された。

底質材料の粒度試験結果を表 1 に示す。モザイク図では濃茶色で表現されている試料番号 6 は, シルト分 30.9%, 粘土分 37.7%と細粒分が優勢であり, 薄茶色で表現されている試料番号 3 は, 砂分が 91.0%と優勢であった。一方, 白色で表現されている試料番号 5 の箇所は, 砂分 75.9%, 礫分 15.6%であり, 主に砂と礫で構成されていた。ここで, 振幅強度と底質との関係を見るため, 底質採取地点におけるモザイク図上の輝度と底質の粒径との関係を検証した。なお, デジタル画像における画素値(ピクセル値)には 2 通りの定義があり, 値が大きくなるほど暗く(黒く)なる場合を濃度値, 逆に値が大きくなるほど

明るく(白く)なる場合を輝度値とよぶ(西川 2006)。前年と同様,ここでは画像上で明るさを表す指標である輝度との相関について解析した結果,図 7 に示すように 50%粒径と平均輝度との間に正の相関が得られた。

この相関関係をもとに作成した底質分布図を図 8 に示す。伊豆沼の沿岸部の底質の面積割合は砂が 7%,砂泥が 78%,泥が 15%であった。また,伊豆沼南岸周辺の前年と今年のサイドスキャンソナーによるモザイク図および底質分布図(図 9)の比較をすると,両者はほぼ同じ面積割合および分布状況を示しており,底質分布状況の再現性が確認できた。

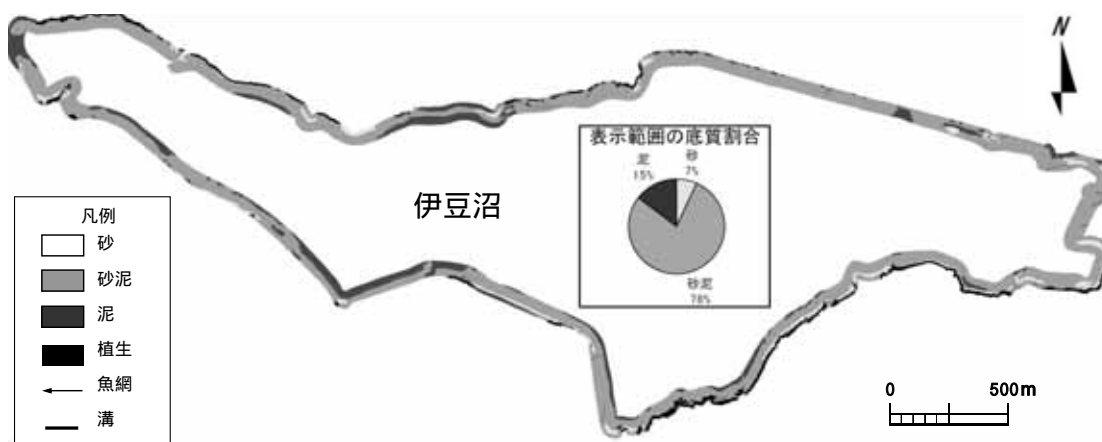


図 8. 2007 年の底質分布図

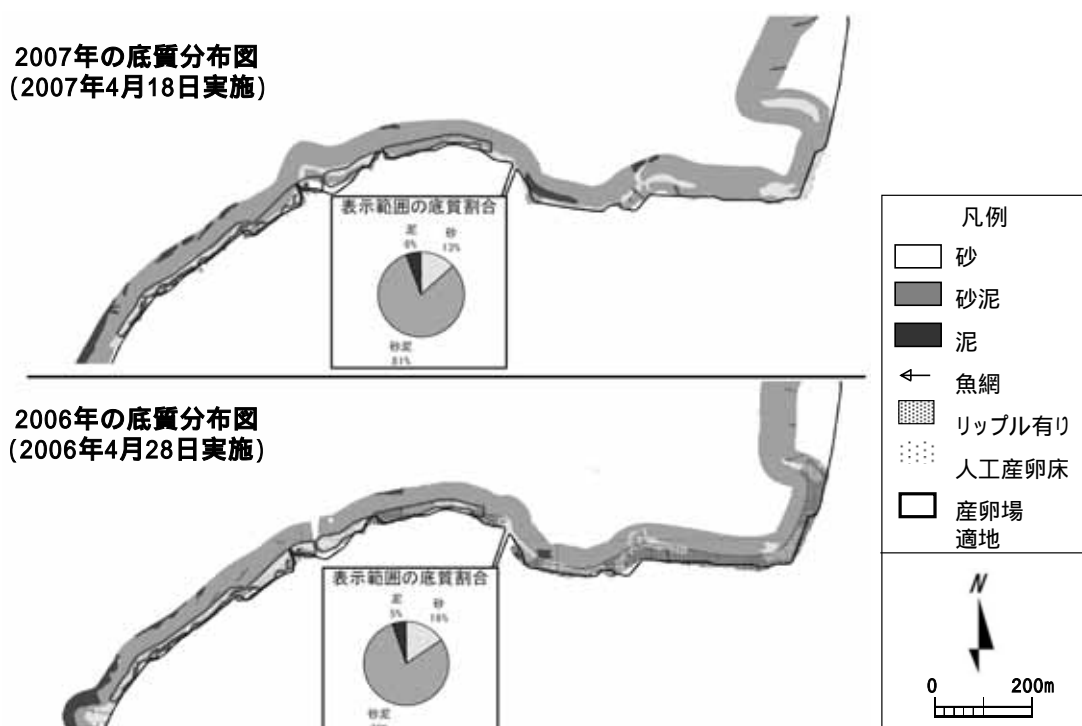
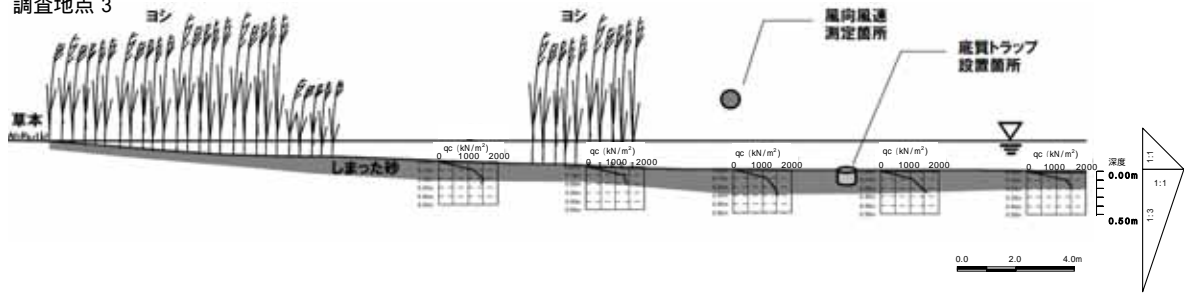
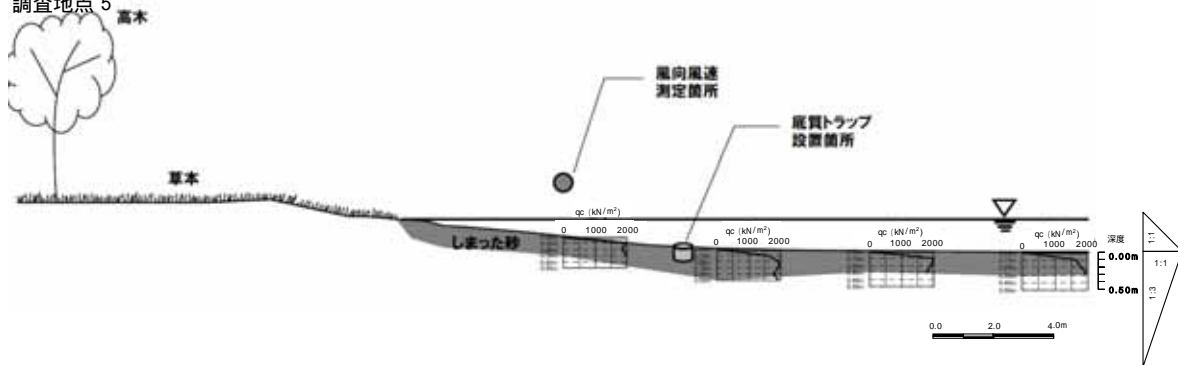


図 9. 2007 年と 2006 年との底質分布図の比較

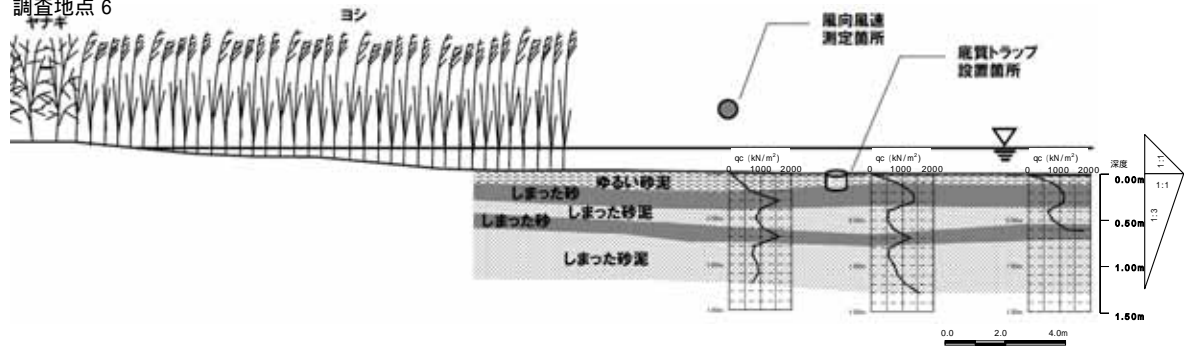
調査地点 3



調査地点 5



調査地点 6



調査地点 7

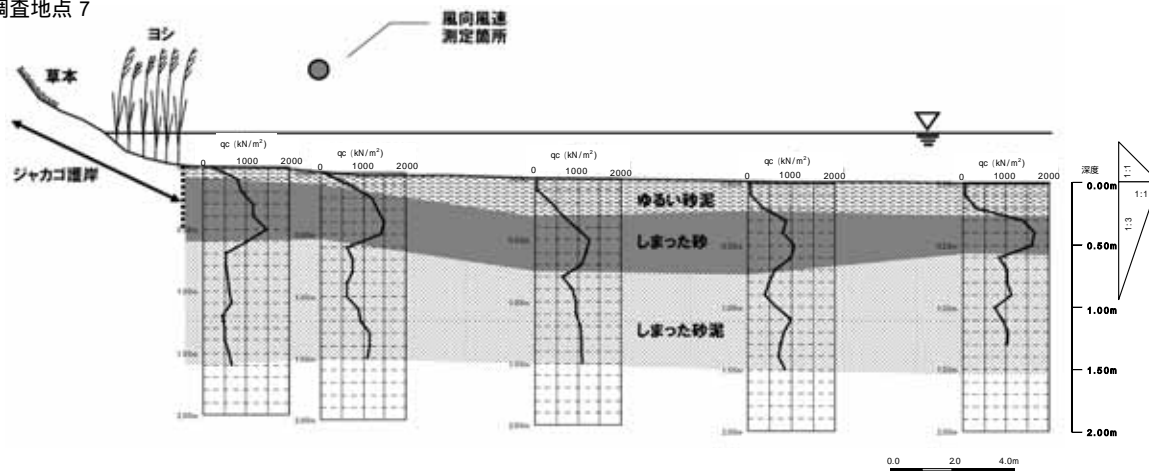


図 10. 断面図(調査地点 3, 5, 6, 7)

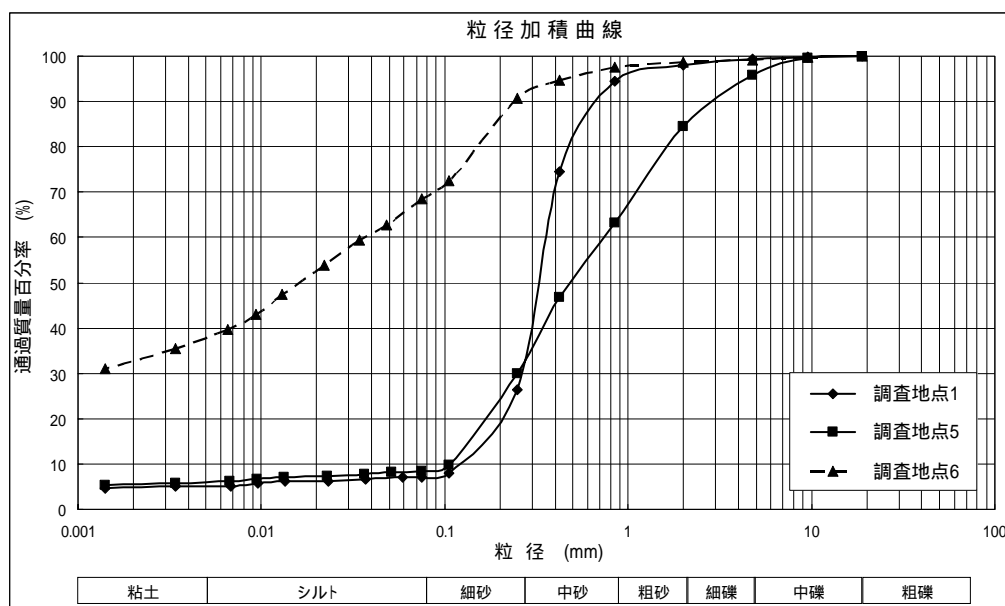


図 11. 底質材料の粒径加積曲線

2 リップル形成に寄与する成因

(1) 簡易測量および底質の締め具合

簡易測量から作成した断面図にポータブルコーン貫入試験結果を重ね合わせて図 10 に示す。同図に示すように、伊豆沼南岸の沿岸部の水深は最大水深が 0.9～1.2m であり、地形(傾斜)は全体的に 1/20 以下の緩斜面で、さらに伊豆沼南岸の汀線際は追町野鳥観察館周辺のジャコゴ護岸を除きヨシ群落となっており、リップルが確認されたゾーンと確認されなかったゾーン間で地形の差がなかった。

ポータブルコーン貫入試験結果は、リップルが確認された調査地点 6 および 7 では、貫入深 1.2～1.6m で $q_c=500 \sim 1000 \text{ kN/m}^2$ の緩い砂泥から構成されていた。一方、リップルが確認されなかった調査地点 3 および 5 では、貫入深 0.2～0.5m で $q_c=1500 \text{ kN/m}^2$ 以上の締めまった砂から構成されていた。

(2) 底質材料(粒度組成)

沼底に設置した底質トラップでは、リップルが確認されたゾーンと確認されなかったゾーンともに、トラップ一杯に底質を捕捉することができた。伊豆沼の底質材料は少なからず全体的に移動していると推察される。採取した底質の粒度特性の比較を図 11 に示す。2006 年にリップルが確認されなかったゾーン内(調査地点 1 および 5)の底質は粗粒分(礫, 砂)が全体の約 90% であり、最大粒径は 19mm であった。また、リップルが確認されたゾーン内(調査地点 6)の底質は細粒分(シルト, 粘土)が全体の約 70% あり、最大粒径は 19mm であることが分かった。

(3) 波浪

伊豆沼南岸での測定結果は、風向が西～北西、風速 5.09～10.15m/s、流速 0.017～0.112m/s、波高 0.14～0.25m であった(図 12)。伊豆沼南岸実測の風向風速値とアメダス築館観測所の風向風速値(気象庁ホームページ <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> より)の比較から、両者には平均風速の間に正の相関があり、その傾きはほぼ 1 に等しいことが分かった。また、伊豆沼南岸実測の平均風速と平均流速および瞬間最大波高との間に正の相関があることが分かった。

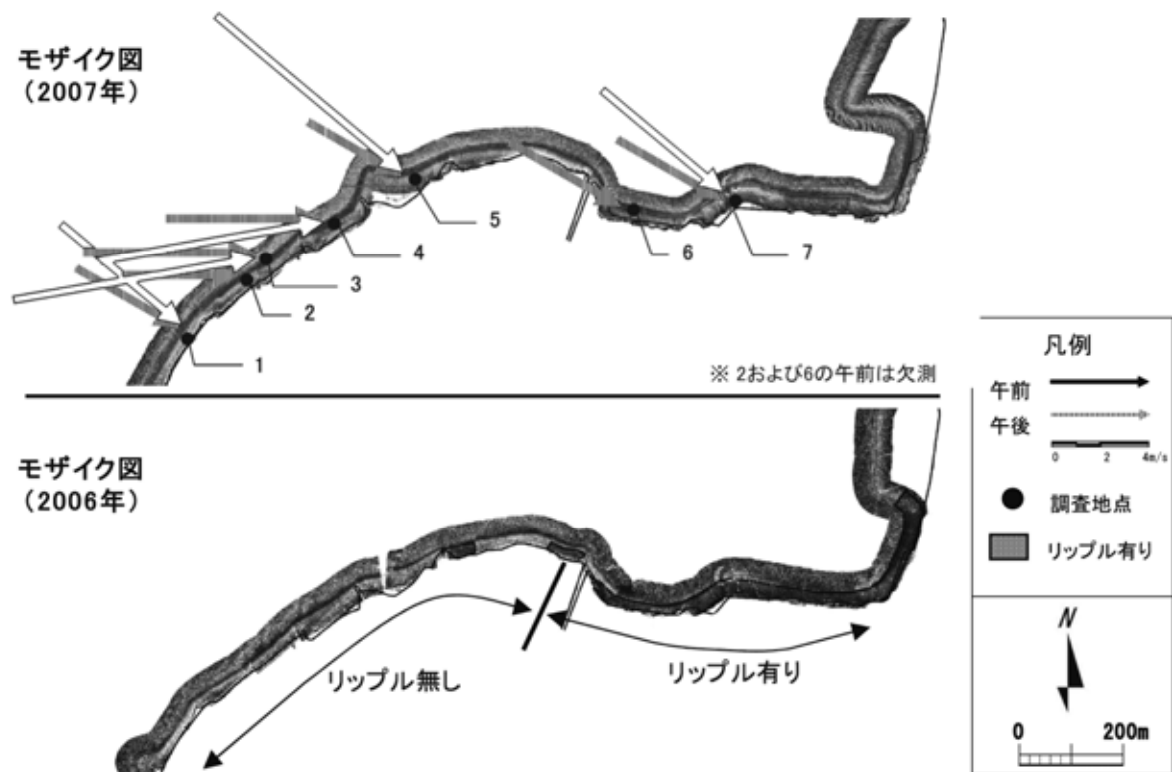


図 12. 風向風速調査結果. 図表中の矢印は風向を, その長さは風速を示す.

伊豆沼南岸は波浪の影響を受けやすい遠浅傾斜で, 汀線に向かって吹く西北西の風で波浪が大きくなりやすい地形にあると考えられた. また, 伊豆沼における波浪の強さは, アメダス築館観測所の風向風速値から推定できると考えられた.

そこで, リップル形成の誘因である風速について, サイドスキャンソナー調査実施日 7 日前から, 2006 年および 2007 年のアメダス築館観測所の 1 時間あたりの平均風速の経時変化を整理して図 13 に示す. 同図よりリップル形成が確認された 2006 年の白波が立った平均風速 5m/s を目安として考えて, 2007 年と 2006 年のアメダス築館観測所の 1 時間あたりの平均風速を比較すると, 2006 年が 37 回, 2007 年が 10 回と 2006 年の方が約 4 倍多いことが分かった. 平均風速 5m/s の風で波高 20cm 程度の波浪が発生し, この波浪が底質面全体を移動させ, リップル形成に寄与していると考えられた.

考察

サイドスキャンソナー調査により, 伊豆沼南岸においてリップルが形成されやすいゾーンを抽出することができた(図 7). また, 平均風速 5m/s 以上の西北西の風がリップルの出現に影響を与えていると考え

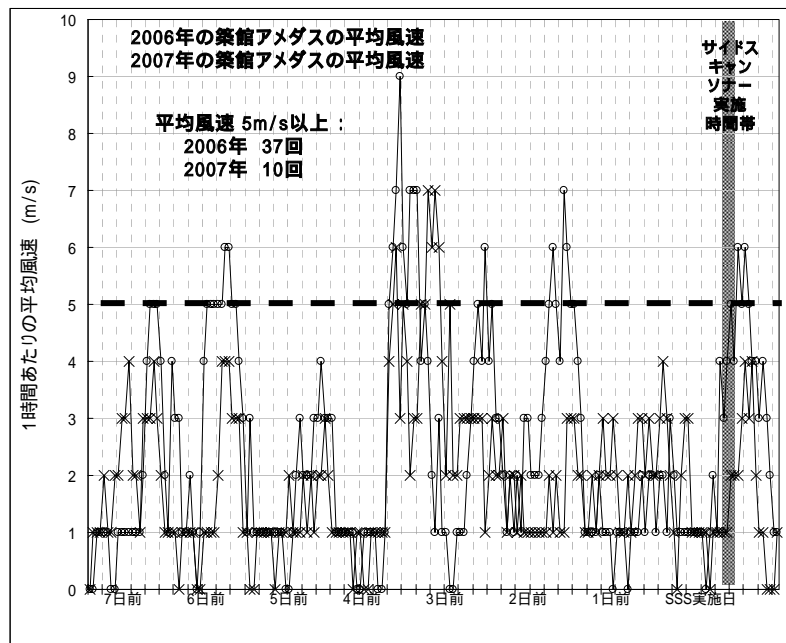


図 13. 2007 年と 2006 年のサイドスキャンソナー実施日 7 日前からの 1 時間あたりの平均風速

られた(図 16)．リップル形成の主な素因である水深、植生および地形(傾斜)については、2006 年にリップルが確認されたゾーンと確認されなかったゾーンの間では差がなかったが、底質材料(粒度組成)および底質の締め具合には両ゾーン間で大きな差があることが分かった．

これらの結果から、リップル形成のメカニズムは、平均風速 5m/s 程度以上で起こる波浪が誘因となり、底質材料が細粒分(シルト、粘土)のような緩い底質面全体が移動することにより形成されと考えられる．

オオクチバスの産卵床は底質が砂～砂礫である．伊豆沼のような透明度の低い池沼においてこの範囲を特定するには、サイドスキャンソナーによる調査が有効で、特に風の強い日の直後において実施し、底質面に形成されるリップル分布図および底質分布図を整理することが有効である．

2 ヶ年の調査により、伊豆沼におけるオオクチバスの産卵環境である底質材料組成および底質材料の移動のしやすさなどの情報が整理できた．これらの情報は、オオクチバスの防除方法である人工産卵床や刺網の設置箇所の選定などの他、底質を産卵場として利用する水生生物の生息環境情報の把握にも役立つものと考えられる．

謝辞

本調査を行なうにあたり、伊豆沼・内沼環境保全財団や宮城県内水面試験場の方々を始め、多くの方々に調査にご協力いただくとともに、有益な情報をご提供頂きました．ここに記して御礼申し上げます．

引用文献

鴨下智裕・岡村健．2005．底質調査における最近の技術動向について．第 31 回底質浄化技術セミナー

- ー テキスト, pp.58-63. 社団法人底質浄化協会, 東京.
- 桐生透・深沢釗. 1982. 山梨県山中湖におけるオオクチバスの産卵床について. 水産増殖 30:39-47.
- 西川慶一. 2006. Scion Image の操作方法. 画像解析テキスト改訂第 3 版. pp.63-90. 羊土社, 東京.
- 齋藤大・鴨下智裕・平出亜・佐藤好史・進東健太郎・嶋田哲郎. 2007. サイドスキャンによるオオクチバス *Micropterus salmonides* の産卵場調査. 伊豆沼・内沼研究報告 1:53-63.
- 進東健太郎・太田祐達・藤本泰文. 2007. 伊豆沼・内沼における 2004-2006 年のオオクチバス駆除結果. 伊豆沼・内沼研究報告 1:65-72.
- 高橋清孝. 2005. オオクチバス *Micropterus salmonides* 駆除の技術開発と実践. 日本水産学会誌 71:402-405.
- 高橋清孝・須藤篤史・花輪正一. 2007. オオクチバスの繁殖抑制を目的とした人工産卵床の開発. 伊豆沼・内沼研究報告 1:35-46.
- 津村裕司. 1989. 産卵生態ならびに産卵場分布. 昭和 60～62 年度オオクチバス対策総合調査報告書. 滋賀県水産試験場研究報告 40:27-38.
- 淀太我. 2002. 日本の湖沼におけるオオクチバスの生活史. 日本魚類学会自然保護委員会(編). 川と湖沼の侵略者ブラックバス - その生物学と生態系への影響. pp.31-45. 恒星社厚生閣, 東京.
- 吉沢和俱. 1992. 成熟. ブラックバスとブルーギルのすべて～外来魚対策検討委託事業報告書～. pp. 55-62. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京.

An approach for searching for bottom sediment environment
that limits spawning ground of *Micropterus salmoides*

Kentaro Kamata ^{1*}, Akeshi Hraide ¹, Tomohiro Kamoshita ² & Yoshibumi Sato ³

¹ OYO Corporation Tohoku branch office, 3-21-2 Haginomachi,
Miyagino-ku, Sendai-shi, 983-0043, Japan

TEL 022-237-0471 FAX 022-237-0476 e-mail kamata-kentaro@oyonet.oyo.co.jp

² OYO Corporation Tokyo head office, 2-61-5 Toro-cho,
Kita-ku, Saitama-shi, 331-8688, Japan

³ OYO Corporation head office, Ichigaya-building 4-2-6
Kudankita, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-0073, Japan

* Corresponding author

Abstract In Lake Izunuma, a site survey by Side scan sonar in 2006 suggested spawning area of *Micropterus salmoides* corresponded to the location occupied by sandy sediments without ripple marks. In a 2007 survey, ripple marks were not confirmed, but soil sampling of bottom sediments and their grain size analyses showed fine sediments like silts and mud at the ripple mark location. It was also observed that reproduction season in 2006 had much stronger winds than 2007. This evidence indicates a possible mechanism for making ripple marks. They occur in areas with water depth of the lake between 1 meter or 1.5 meters; and very slow water current throughout the year. Then fine-grained bottom sediments move due to shear induced by wind over speeds of 5 meter-per-second to make the ripple mark. Wind direction is almost consistently from in the reproduction season, so the ripple marks form at nearly the same location according average wind strength of the season. This model helps in the aim of ecologic control of *Micropterus salmoides*. It would be useful to arrange a map of lake-bottom sediment type and of distribution of marks, whose are based on the Side scan sonar survey.

Keywords: control, invasive species, Lake Izunuma-Uchinuma, ripple, Side Scan Sonar, spawning area

Received: February 13, 2008 / Accepted: March 10, 2008