

伊豆沼・内沼流入河川における魚類の分布様式

川岸基能^{1*}・藤本泰文²・進東健太郎²

¹北里大学理学部生物科学科分子発生学研究室 〒228-8555 神奈川県相模原市北里 1-15-1

²宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 〒989-5504 宮城県栗原市若柳上畠岡敷味 17-2

* 責任著者

キーワード: 外来種 魚類相 集水域 絶滅危惧種 分布パターン 保全

2008年2月15日受付 2008年3月6日受理

要旨 伊豆沼・内沼の流入河川で魚類調査を行なった。魚類はその分布パターンから、3 グループに分類された。3 つのグループのうち、A グループは、上流側に分布した種のグループであり、スナヤツメやギバチなど河川上流域を好む魚種を含む 6 種で構成されていた。B グループは下流側に分布したオオクチバスとヌマチチブの 2 種で構成されていた。C グループはトウヨシノボリやドジョウなど河川に広く分布した 4 種で構成されていた。魚類の出現種数は上流側で多い傾向を示した。上流域に生息する A グループの方が下流域に生息する B グループよりも種数が多く、結果的に流入河川の上流域で出現魚種数が多くなる傾向を示したと考えた。一般に、下流域ほど河川規模が大きく環境収容力が増加するため、生息する魚種数が増加すると考えられている。流入河川で逆の傾向を示した理由として、15 年前に行なわれた魚類調査との比較から、少なくとも河川環境の悪化とオオクチバスの増加による下流域での魚種数の減少が考えられた。これらの結果から、人為的影響は伊豆沼・内沼の流入河川における魚類の分布に影響し、いくつかの魚種の生息域を人為的影響の小さい上流域に狭めていると考えた。

はじめに

伊豆沼・内沼は、宮城県北部にある面積 387ha、最大水深 1.6m の湖沼である(設楽 1988)。伊豆沼・内沼では、多くの魚類が生息しており(高取 1988)、内水面漁業も盛んで、1995 年まで年間 30t の水揚げがあった(高橋ほか 2001)。絶滅危惧種のゼニタナゴ *Acheilognathus typus* の主要な生息地でもあったが、1990 年代中頃に起きた魚食性の外来種であるオオクチバス *Micropterus salmoides* の増加以降、伊豆沼・内沼ではゼニタナゴを含む多くの魚種の生息が確認されなくなった(高橋 2002)。

伊豆沼・内沼では、悪化した自然環境の復元を目的として、自然再生事業やオオクチバス防除モデル

*現所属:九州大学大学院 生物資源環境科学府付属水産実験所 〒811-3304 福岡県福津市津屋崎 2506 TEL 0940-52-0163 FAX 0940-52-0190 e-mail catspaw0621@yahoo.co.jp

事業などの事業が行なわれている。これらの事業では、魚類相の復元も目的の一つとして設定されている。伊豆沼・内沼における魚類相の研究は、1970年代後半から数回行なわれてきている(高取ほか 1979, 高取 1988, 1992, 高橋ほか 2001, 小畠 2006)。しかし、伊豆沼・内沼に流入する河川については、下流域における調査が 1990 年頃に行なわれているだけである(高取 1988, 1992)。流入河川や流出河川を通じて、外来魚が拡散するケースもある(須藤・高橋 2006)。河川上流域は堰堤などによって希少種の保存場所となっているケースもある(森・片野 2005, 中村 2007)。オオクチバスの増加以降、多くの魚種が姿を消した伊豆沼・内沼では、オオクチバスの拡散状況の把握と在来種の再確認の意味も含めて、流入河川の調査は重要な意義があるだろう。

この伊豆沼・内沼には、4 本の流入河川があり、伊豆沼に荒川と照越川、内沼に八沢川と太田川が流入している(図 1)。本研究では、伊豆沼・内沼の流入河川である荒川、照越川、八沢川、太田川の 4 河川を対象とした魚類相の調査と、河川環境の調査を行なった。調査結果から、伊豆沼・内沼集水域における魚類の分布様式を分析し、魚類相の現状について考察した。

方法

伊豆沼・内沼流入河川の地形的特徴と調査地点

宮城県北部にある伊豆沼・内沼(北緯38度43分、東経141度07分、集水域面積51.9km²)には、荒川、照越川、八沢川、太田川の4河川が流入している(図1)。各河川の流路延長と流域面積はそれぞれ、荒川12.5km, 17.8km²; 照越川7.7km, 8.9km²; 八沢川4.2km, 6.2km²; 太田川3.9km, 4.8km²である。各河川の源流域は集水域の西側にある標高100m以下の丘陵地帯である。丘陵地帯のほぼ全ての谷には谷津田と灌漑用の池が造成されている。谷の池から流下した水が水源となって、伊豆沼・内沼集水域の河川を形成している。これらの河川は丘陵地の水田地帯を流れ、平野部の水田地帯を通って伊豆沼・内沼に流入する。各河川には、魚類の移動を阻害すると考えられる落差1m前後の堰堤が数箇所に設けられている。これらの堰堤のうち、伊豆沼・内沼に最も近い位置にある堰堤を図1に示した。

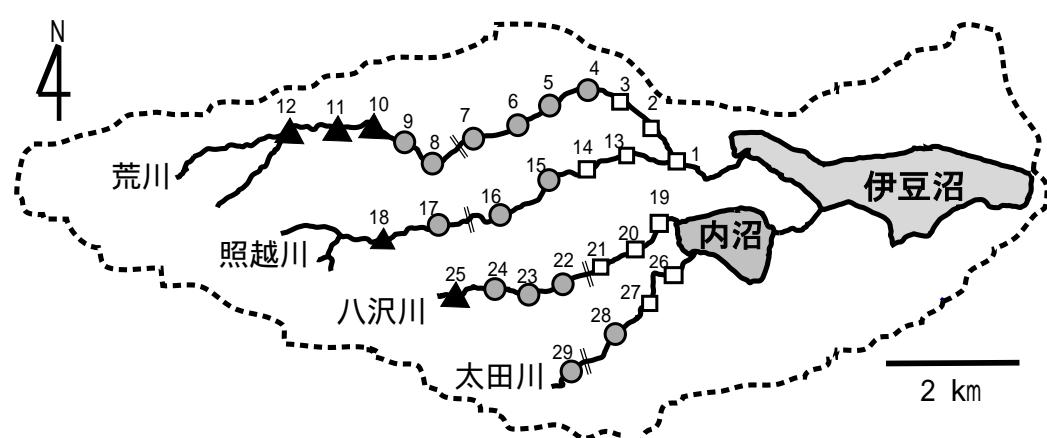


図 1. 伊豆沼・内沼集水域における流入河川と調査地点。点線は集水域の境界線を示す。実線は流入河川を示す。流入河川上の記号と数値は調査地点を示す。記号の違いは、河川形態の違いを示す、△: Aa-Bb 型, ○: Bb 型, □: Bc 型(可児 1944)。二重線は、堰堤を示す。

伊豆沼・内沼集水域の4河川で、河川環境調査と魚類調査を2006年の9月から11月にかけてそれぞれ1回行なった。河川の魚類相を明らかにする目的で、谷地を除く流入河川の幅広い範囲に、合計29箇所の調査地点を設定し、各調査地点の流路延長は100~200mとした(図1)。

環境調査

環境調査では、川幅、水深、河岸形態、河床形態を記録した。計測のため、各調査地点内の延長方向のほぼ等間隔の位置に10箇所の計測地点を設定した。川幅はそれぞれの計測地点で10cm単位で計測した。水深は計測地点の河川中央部で1cm単位で計測した。河床形態については、泥・砂(粒径4mm以下)・砂礫(粒径4~64mm)・石(粒径64mm以上)・岩盤が占める割合を10%単位で記録した。河岸形態は調査地点における、植物・土・コンクリート・石・岩(粒径300mm以上)が占める割合を10%単位で記録した。全ての計測地点で得られた計測値から、各計測項目についての平均値を算出し、調査地点の計測値とした。

河川環境の情報を集積する目的で、観察による河川環境の判定を行なった。調査地点の河川形態を可児(1944)に従い、Aa-Bb型・Bb型・Bc型の3つに分類した。この判定を行なう際、護岸や堰堤によって河川形態が自然状態とは大きく異なっていると判断された調査地点もあった。この場合には、河川形態の成立に関わる河床勾配や河川流量を観察し、河川改修の影響がない場合の河川形態を推測した。同時に河川改修の影響を記録した。一般に、河川改修によって、瀬淵の河川形態が不明瞭になる現象、河道が拡張されて水深が浅くなる現象や、魚類の避難所(カバー)の消失が知られている(Swales 1982, Brookes 1988)。本研究では、伊豆沼・内沼集水域の河川における河川改修の影響を評価するため、瀬淵の状態に着目した評価を行なった。目視観察により瀬淵の状態を次の3段階に分類する手法を用いた:1;瀬淵の河川形態が全く認められない、2;平瀬トロの河川形態が認められる、3;早瀬と淵による瀬淵の河川形態が認められる。前者ほど河川改修による河川形態への影響が大きいことを示す。平瀬・トロ・早瀬・淵の判断は、水野(1995)の記述に従った。観察による瀬淵の状態の判定については、2名以上の調査者が現場に赴き、前述の観点から判定した。この判定が各調査地点の瀬淵の状態を反映しているかどうかを検証するため、後述の計測調査の結果を用いた解析を行なった。調査地点の瀬を示す値として調査地点の流心における水深の最小値を、淵を示す値として水深の最大値を抽出した。調査地点に瀬淵が形成されていれば、最小値と最大値の差は大きくなり、単調な河床形態であれば最小値と最大値の差は小さくなる。瀬淵の状態が同様であれば、最小値と最大値の差は河川規模とある程度正比例の関係にあると考え、この値を平均川幅によって除算した。この値を水深変動指数とし、計算式を下に記した。

$$\text{水深変動指数} = (\text{最大水深} - \text{最小水深}) / \text{川幅平均値}$$

水深変動指数と目視観察による瀬淵の状態についての Spearman の順位相関係数を求めた。

魚類調査

各調査地点での魚類調査は、調査員1名が三角網(幅800mm, 高さ700mm, 目合い4mm)を用いて30分間行なった。採集した個体について、その場で同定できた魚種については個体数を記録した後に放流した。同定が困難な魚種については研究室に持ち帰り、中坊(2000)に従って同定を行なった。この魚類調査を各調査地点でそれぞれ1回行なった。

解析方法

各調査地点の種数と伊豆沼・内沼からの距離の関係について Spearman の順位相関係数を求めた。4 地点以上で採集した魚種に関して、出現・非出現を 1, 0 の 2 变数で評価し、ユークリッド距離を用いた Ward 法でクラスター分析を行なった。この分析により、各魚種を出現パターンが似た魚種ごとにグループ分けをした。さらに、グループごとに魚類が出現した調査地点から伊豆沼・内沼までの平均距離を求め、グループ間の平均距離の違いを Kruskal-Wallis 検定で比較した。

中下流域における魚類調査の結果を、1986-1991 年に行なわれた魚類調査の結果(高取 1992)と、



出現種数や出現頻度の観点から比較した。高取(1992)の調査地点 1・2・3・4・6・7 は、本研究の調査地点 4・1・14・13・19・26 と同じ地点である。高取(1992)は調査地点 1・2・3・4・6・7 で、それぞれ 1 回から 4 回調査し、合計 14 回の魚類調査を行なった。本研究では調査地点 4・1・14・13・19・26 でそれぞれ 1 回、合計 6 回の調査を行なった。1986-1991 年と 2006 年の調査での各魚種の出現頻度を算出した。2 つの調査での出現頻度を Fisher 検定を用いて比較した。



2006 年の魚類調査の結果について、調査地点を堰堤の上流と下流(図 1)に分け、それぞれの 1 調査地点あたりのオオクチバス以外の魚類採集個体数とオオクチバスの採集個体数の平均値を算出し、上流-下流間の採集個体数の違いについて Mann-Whintey の U 検定を用いて比較した。



結果

河川環境

伊豆沼・内沼に流入する 4 河川の全調査地点は、その河川環境の特徴から 3 つに分類された(図 1, 2)。上流側の調査地点では、Aa-Bb 型の河川形態が多くみられた。中流域の調査地点では、Bb 型の河川形態が多くみられた。これら 2 つの調査地点は、丘陵地帯の中で、丘陵の脇を流れる事例が多かった。下流域側の調査地点では、Bc 型の河川形態が多くみられた。

図 2. 流入河川の上流域(調査地点 29)・中流域(調査地点 4)・下流域(調査地点 14)の河川環境

表1.伊豆沼・内沼流入河川の調査地点における環境調査の結果

調査 地点	川幅(m)			水深 (m)			水深変 動指數 ¹⁾	河岸形態 (%)						河床形態 (%)				距離 ²⁾ (m)	河川 形態	瀬 淀 の 状態	
	平均	最小	最大	平均	最小	最大		護岸	岩	石	土	植生	床固め	岩盤	石	砂礫	砂	泥			
st.1	7.3	6.4	7.8	0.22	0.12	0.40	0.04	8	40	-	-	53	-	10	-	20	70	-	1269	Bc型	1
st.2	5.7	4.6	8.1	0.37	0.22	0.56	0.06	30	58	-	-	13	-	-	-	33	53	15	2080	Bc型	2
st.3	3.8	2.6	4.7	0.53	0.28	0.78	0.13	70	30	-	-	-	-	5	-	29	61	5	2531	Bc型	2
st.4	4.4	3.4	6.2	0.44	0.18	0.74	0.13	11	89	-	-	-	-	1	7	29	61	2	3389	Bb型	2
st.5	2.9	2.2	3.4	0.24	0.16	0.34	0.06	8	78	-	-	14	-	-	24	30	46	-	3653	Bb型	2
st.6	4.7	2.9	7.1	0.24	0.13	0.35	0.05	35	48	-	-	17	-	-	24	13	59	4	4025	Bb型	2
st.7	4.4	3.5	6.0	0.17	0.03	0.33	0.07	20	63	8	-	8	-	-	40	7	33	20	4560	Bb型	2
st.8	3.7	1.9	10.0	0.27	0.09	0.85	0.21	-	3	-	-	97	-	-	54	5	21	20	5080	Bb型	2
st.9	3.3	2.3	4.6	0.25	0.12	0.51	0.12	21	1	3	-	75	-	-	79	-	11	10	5846	Bb型	1
st.10	4.3	2.3	6.5	0.34	0.15	0.56	0.09	-	51	5	-	45	-	13	18	22	47	-	7443	Aa-Bb型	1
st.11	3.4	2.3	5.0	0.26	0.14	0.53	0.12	-	39	-	19	43	-	41	20	15	24	-	7919	Aa-Bb型	3
st.12	3.3	2.2	4.1	0.35	0.07	0.80	0.22	10	41	-	-	49	-	-	18	26	56	-	8512	Aa-Bb型	3
st.13	3.5	2.9	3.6	0.20	0.12	0.30	0.05	12	55	-	-	33	-	22	10	10	58	-	1848	Bc型	2
st.14	4.2	2.6	6.5	0.35	0.21	0.70	0.12	23	34	-	-	43	-	10	7	13	66	4	2229	Bc型	1
st.15	4.5	2.9	6.4	0.22	0.06	0.70	0.14	23	50	11	-	16	-	-	18	16	62	4	3316	Bb型	2
st.16	3.7	2.0	4.8	0.44	0.13	0.71	0.16	9	38	-	-	53	-	1	33	15	49	2	4546	Bb型	2
st.17	3.5	2.6	4.0	0.33	0.11	0.82	0.20	8	62	-	5	25	-	10	18	12	53	7	5998	Bb型	2
st.18	2.6	1.2	3.7	0.25	0.08	0.47	0.15	11	54	-	-	35	-	1	39	15	37	7	7073	Aa-Bb型	2
st.19	10.5	8.1	14.6	0.51	0.35	0.66	0.03	40	10	-	-	50	-	10	-	34	56	323	Bc型	1	
st.20	7.1	6.1	8.3	0.36	0.21	0.56	0.05	40	23	-	-	37	10	-	30	3	22	35	854	Bc型	1
st.21	3.8	1.8	8.0	0.27	0.20	0.35	0.04	55	32	-	-	13	-	13	-	-	38	49	1520	Bc型	1
st.22	2.6	1.6	4.3	0.35	0.24	0.84	0.23	43	46	-	-	12	-	13	19	46	22	-	2059	Bb型	2
st.23	2.2	1.8	2.7	0.41	0.23	0.54	0.14	28	23	-	-	48	52	-	-	-	48	-	2492	Bb型	1
st.24	1.1	0.9	1.5	0.15	0.08	0.20	0.11	20	80	-	-	-	-	-	-	3	90	7	2892	Bb型	3
st.25	1.1	0.7	1.4	0.17	0.09	0.25	0.14	23	78	-	-	-	-	-	35	28	35	3	3579	Aa-Bb型	2
st.26	3.4	3.3	3.6	0.14	0.06	0.23	0.05	-	43	-	10	48	-	70	5	15	10	-	456	Bc型	1
st.27	2.5	1.5	3.4	0.38	0.19	0.60	0.16	52	41	-	-	7	-	-	13	7	23	57	854	Bc型	2
st.28	2.6	1.9	3.9	0.35	0.16	0.56	0.15	43	46	-	-	12	-	-	13	19	46	22	1525	Bb型	2
st.29	2.2	1.2	3.3	0.26	0.13	0.45	0.15	34	45	-	-	21	-	1	29	25	40	5	2527	Bb型	3
平均	3.9	2.7	5.4	0.30	0.15	0.54		23.3	44.8	0.9	1.2	29.8	2.1	7.7	19.2	15.8	42.8	11.0			

1): 計算式は本文参照

2): 伊豆沼・内沼への流入地点から調査地点までの河川距離

伊豆沼・内沼集水域の流入河川は、その上流域から下流域までほとんどすべて水田地帯を流れている。流入河川では、水田耕作地の確保を目的とした護岸がほぼ全ての区間で観察された。これらの護岸の多くは、高さ 2m 前後の垂直に近いコンクリート護岸で、河道のすぐ側まで造成された水田と河川と水田の間に設けられていた。これらのコンクリート護岸が調査地点の河岸の 23%を占めていた(表1)。河岸でもっとも多く観察された構造物は植生であったが、これらの植生はコンクリート護岸の内側にあり、河川改修後に土砂が堆積して形成されたものだと考えられた。

水深変動指数と目視観察による瀬 淀の状態の判定結果は、正の相関関係を示した(Spearman の順位相関係数, $P < 0.05$, $r = 0.44$)。目視観察による瀬 淀の状態の判定結果は、河川の計測調査が示す瀬 淀の状態とほぼ一致した。このことから、目視観察の判断をその調査地点の瀬 淀の状態を示す結果とした。瀬 淀の状態が観察された場所は 29 の調査地点中の 11・12・24・29 の 4 地点のみであった(図 1)。これらの調査地点は、流量に対して護岸と対岸の幅が狭い上流域や、河岸での土砂の堆積が進行して、川幅が狭くなっている場所であった。それ以外の調査地点では、河床に細砂が詰まって固定化し、水深の変動が小さく、平瀬やトロと判断される場所が多くあった。下流域では、泥が堆積した地点や、ヨシによって河床一面が覆われた調査地点もあった。護岸や床固めに加えて、灌漑用水を取水するための堰堤も上 中流域の各所に設けられていた。これらの堰堤の上では、堰堤の上流側の背水によつて、瀬 淀の河川形態が不明瞭な調査地点があった。

表 2. 各調査地点で採集した魚種別個体数

和名(学名)	荒川調査地点												照越川調査地点					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
スナヤツメ <i>Lethenteron reissneri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ギンブナ <i>Carassius auratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	1	-	-	-	-	-	10	2
カネヒラ <i>Acheilognathus rhombeus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	2	-	-
ゼニタナゴ <i>Acheilognathus typus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
タイリクバラタナゴ <i>Rhodeus ocellatus</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6	-
ハス <i>Opsarichthys uncirostris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
オイカワ <i>Zacco platypus</i>	-	-	-	-	1	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	1	6	-
アブラハヤ <i>Phoxinus lagowskii</i>	-	7	-	3	3	-	-	1	28	21	20	1	-	-	-	-	15	-
モツゴ <i>Pseudorasbora parva</i>	1	-	-	-	1	-	-	3	1	12	1	1	-	-	3	1	-	-
ビワヒガイ <i>Sarcocheilichthys variegatus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
タモロコ <i>Gnathopogon elongatus</i>	-	5	2	1	1	5	7	1	-	2	-	12	1	-	-	7	-	-
カマツカ <i>Pseudogobio esocinus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ニゴイ <i>Hemibarbus barbus</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ドジョウ <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	-	-	12	-	9	6	3	9	13	21	10	7	-	-	-	35	7	27
シマドジョウ <i>Cobitis biwae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ギバチ <i>Pseudobagrus tokiensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	1	2	-	-	-	-	-	1	9	-
メダカ <i>Oryzias latipes</i>	-	-	4	-	-	1	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-
オオクチバス <i>Micropterus salmoides</i>	2	3	5	3	5	8	18	-	-	-	-	-	6	-	5	-	2	-
ブルーギル <i>Lepomis macrochirus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ジュズカケハゼ <i>Gymnogobius castaneus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5
トヨシノボリ <i>Rhinogobius sp. OR</i>	1	-	50	6	10	11	11	2	3	3	6	6	14	1	-	11	-	-
ヌマチチブ <i>Tridentiger brevispinis</i>	1	2	12	-	15	8	-	1	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-

和名	八沢川調査地点					大田川調査地点				合計出現地点数	合計採集個体数							
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29							
スナヤツメ	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	3	5	15					
ギンブナ	-	2	15	9	22	-	5	-	5	6	-	12	95					
カネヒラ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	9					
ゼニタナゴ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2					
タイリクバラタナゴ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	17					
ハス	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2					
オイカワ	-	-	-	1	-	-	4	-	-	10	-	8	34					
アブラハヤ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	108					
モツゴ	-	-	1	1	-	-	1	-	-	1	1	14	43					
ビワヒガイ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4					
タモロコ	-	2	-	8	2	1	-	-	3	7	-	17	84					
カマツカ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2					
ニゴイ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4					
ドジョウ	-	-	12	22	11	1	10	-	-	1	18	19	253					
シマドジョウ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2					
ギバチ	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	6	23					
メダカ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	13					
オオクチバス	-	-	-	-	-	-	1	-	5	10	-	13	86					
ブルーギル	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2					
ジュズカケハゼ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11					
トヨシノボリ	-	-	9	32	2	1	1	-	-	10	-	20	210					
ヌマチチブ	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	8	56					

出現魚種

29箇所の調査地点で、7科21属22種の魚類を採集した(表2)。4地点以上で採集した魚種に関して、各調査地点における出現・非出現(変数1,0)でクラスター分析を行なった(図3)。その結果、3つのグループに分かれた。Aグループには、スナヤツメ *Lethenteron reissneri*、ギンブナ *Carassius auratus langsdorffii*、オイカワ *Zacco platypus*、アブラハヤ *Phoxinus lagowskii*、メダカ *Oryzias latipes*、ギバチ *Pseudobagrus tokiensis* が分類された。B グループには、オオクチバス、ヌマチチブ *Tridentiger brevispinis* が分類された。C グループには、モツゴ *Pseudorasbora parva*、タモロコ *Gnathopogon elongatus*、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*、トヨシノボリ *Rhinogobius sp. OR* OR が分類された。

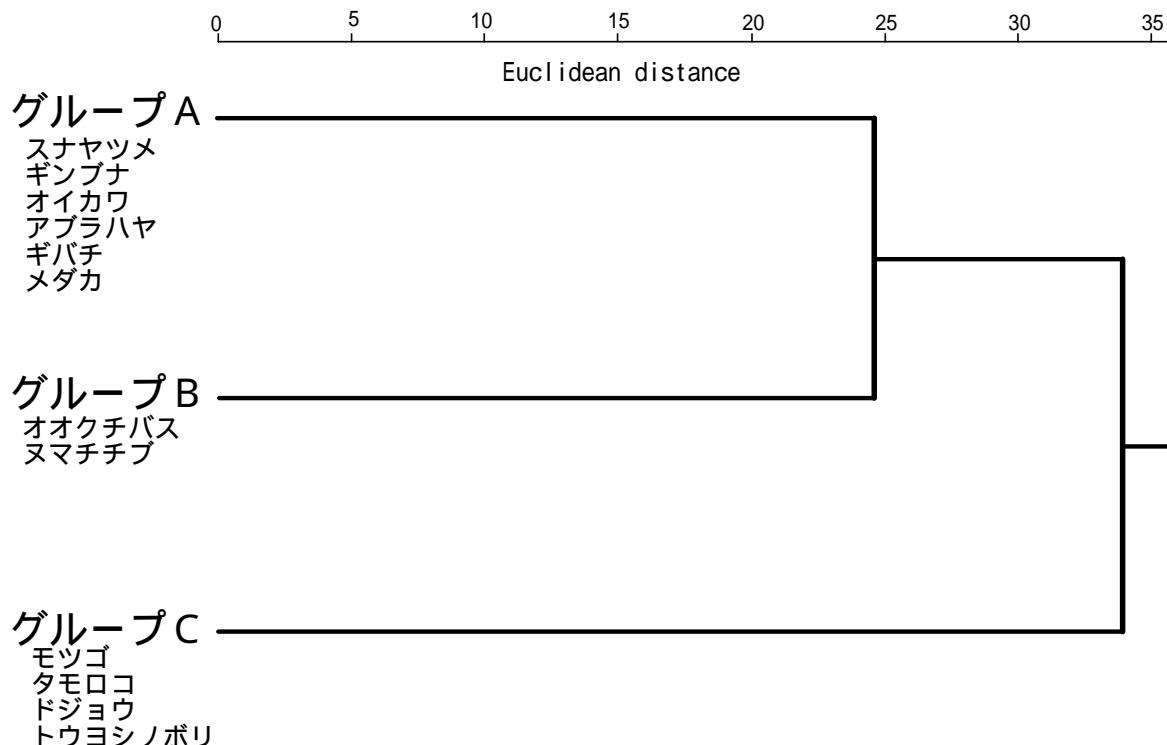


図3. 流入河川で確認された魚種の分布パターンのクラスター分析によるデンドログラム

クラスター分析で分類された3つのグループの魚種の出現した調査地点の伊豆沼・内沼からの平均距離について、グループAとBの間で有意差がみられた(図4, $P < 0.01$)。各調査地点での魚種数と伊豆沼・内沼からの距離の関係を図5に示した。Spearmanの順位相関係数を算出したところ、正の相関関係($r = 0.474$, $P < 0.01$)が得られた。

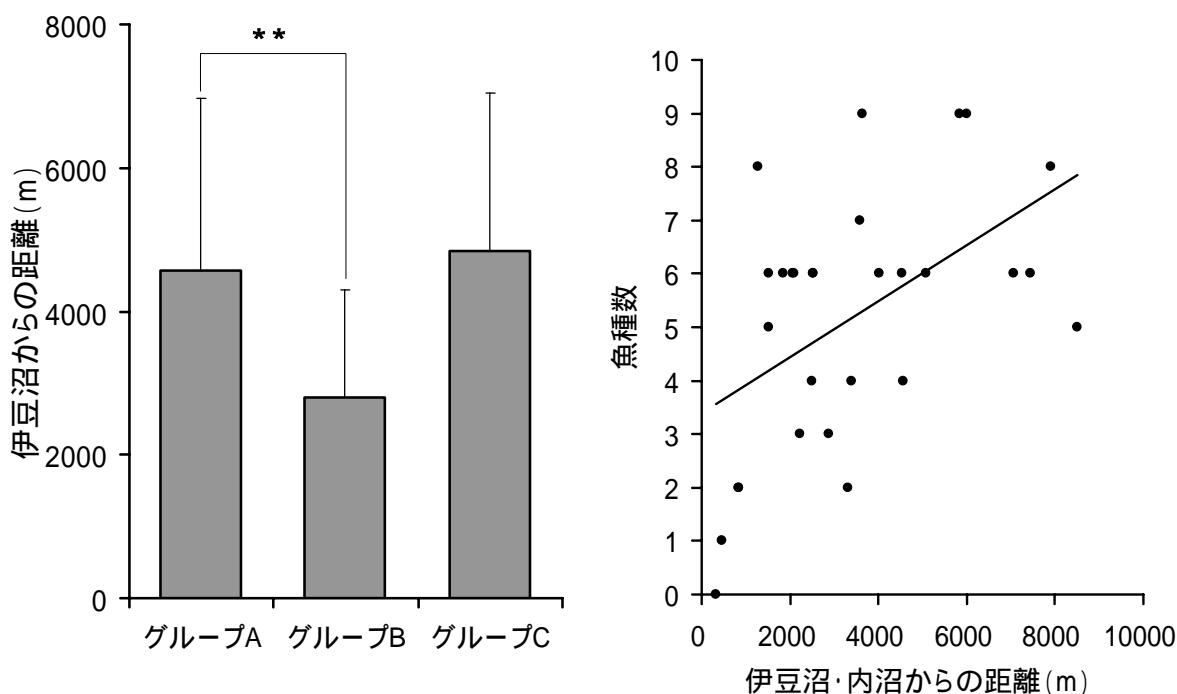


図4. 流入河川における魚種グループ別の出現距離。アスタリスクは有意差($P < 0.01$)を示す。

図5. 調査地点の伊豆沼・内沼からの距離と出現魚種数の相関図

表3. 河川下流域における魚種別出現頻度の1986-1991年と2006年との比較

種名	出現頻度(出現率)		1986-1991年と 2006年の間の 出現率の増減
	1986-1991 ¹⁾	2006	
ギンブナ <i>Carassius auratus langsdorffii</i>	10 (71%)	0 (0%)	-71% **
タイリクバラタナゴ <i>Rhodeus ocellatus</i>	12 (86%)	1 (17%)	-69% **
オイカワ <i>Zacco platypus</i>	9 (64%)	0 (0%)	-64% *
タモロコ <i>Gnathopogon elongatus</i>	13 (93%)	2 (33%)	-60% *
シマヨシノボリ <i>Rhinogobius</i> sp. CB	7 (50%)	0 (0%)	-50% *
ゲンゴロウブナ <i>Carassius cuvieri</i>	6 (43%)	0 (0%)	-43%
モツゴ <i>Pseudorasbora parva</i>	10 (71%)	2 (33%)	-38%
キンブナ <i>Carassius auratus</i> subsp.2	5 (36%)	0 (0%)	-36%
タナゴ <i>Acheilognathus melanogaster</i>	5 (36%)	0 (0%)	-36%
メダカ <i>Oryzias latipes</i>	5 (36%)	0 (0%)	-36%
ドジョウ <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	4 (29%)	0 (0%)	-29%
スナヤツメ <i>Lethenteron reissneri</i>	3 (21%)	0 (0%)	-21%
ビワヒガイ <i>Sarcocheilichthys variegata</i>	2 (14%)	0 (0%)	-14%
アユ <i>Plecoglossus altivelis</i>	2 (14%)	0 (0%)	-14%
コイ <i>Cyprinus carpio</i>	1 (7%)	0 (0%)	-7%
ウグイ <i>Tribolodon hakonensis</i>	1 (7%)	0 (0%)	-7%
ナマズ <i>Silurus asotus</i>	1 (7%)	0 (0%)	-7%
ジュズカケハゼ <i>Gymnogobius castaneus</i>	1 (7%)	0 (0%)	-7%
ハス <i>Opsariichthys uncirostris</i>	2 (14%)	1 (17%)	2%
ゼニタナゴ <i>Acheilognathus typus</i>	1 (7%)	1 (17%)	10%
アブラハヤ <i>Phoxinus lagowskii</i>	0 (0%)	1 (17%)	17%
ニゴイ <i>Sarcocheilichthys variegata</i>	0 (0%)	1 (17%)	17%
ブルーギル <i>Lepomis macrochirus</i>	0 (0%)	1 (17%)	17%
カネヒラ <i>Acheilognathus rhombeus</i>	0 (0%)	2 (33%)	33%
トウヨシノボリ <i>Rhinogobius</i> sp. OR	4 (29%)	4 (67%)	38%
オオクチバス <i>Micropterus salmoides</i>	0 (0%)	3 (50%)	50% *
ヌマチチブ <i>Tridentiger brevispinis</i>	0 (0%)	3 (50%)	50% *
出現頻度の合計(A)	104	22	
調査回数(B)	14	6	
調査1回あたりの出現種数の平均(A/B)	7.4	3.7	
出現種数	21	11	

1): 高取(1992)

*: $P < 0.05$ (Fisher検定)**: $P < 0.01$ (Fisher検定)

河川下流域における魚種別出現頻度について、高取(1992)の調査結果と比較した結果、ギンブナ *C. auratus langsdorffii*、タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus*、オイカワ、タモロコ、シマヨシノボリ *Rhinogobius* sp. CBで有意に減少し、オオクチバスとヌマチチブ有意に増加した(表3)。河川下流域における1回の調査で出現した魚種数は1986-1991の調査の7.4から3.7に半減した。それぞれの調査で確認された魚種数も21種から11種に減少した。オオクチバス以外の魚類の1調査地点あたりの採集個体数は、堰堤上流の方が堰堤下流よりも多かった(表4, $P < 0.05$)。逆に、オオクチバス個体数は堰堤下流の方が堰堤上流よりも多かった($P < 0.01$)。

表4. 堤堤の上流側と下流側で採集した1調査地点あたりの魚類個体数(オオクチバス以外)とオオクチバス個体数

	魚類個体数 (オオクチバス以外)	オオクチバス個体数
堰堤上流	40.7 ± 20.1	0.3 ± 0.6
堰堤下流	21.3 ± 22.7	4.1 ± 4.7
Mann-WhitneyのU検定の結果	$P < 0.05$	$P < 0.01$

考察

伊豆沼・内沼から各調査地点までの河川距離と採集された魚種数は、正の相関関係があり、上流域ほど魚種数が多かったことを示した。一般に、下流になるほどニッチとハビタットが多様化するために、下流域で魚種数が多い傾向を示すと考えられている(水野 1993a, b)。クラスター分析の結果から、本研究での現象は、下流域に生息するBグループの方が、上流域に生息するAグループよりも魚種数が少ないために生じたと考えられた。

河川下流域の魚種数の少なさが、伊豆沼・内沼集水域の自然環境の特徴を示した現象であるのか、何らかの影響による結果であるのかを検討するため、1990年頃に行なわれた魚類調査の結果(高取 1992)と比較した。平均出現頻度は、7.4から3.7に半減し、確認した魚種数も21種から11種に減少した。2つの調査における採集効率が同じとは言えないため、正確には比較できないが、現在の流入河川下流域の魚種数は1990年頃よりも減少していると言えるだろう。上流域での1990年頃の調査情報がないため、下流域の方で魚種数が少なかった今回の結果が、伊豆沼・内沼集水域の魚類相の特徴かどうかは検証できない。少なくとも、現在の下流域の魚種数が何らかの影響を受けて1990年頃よりも減少している状態であるのは確かだと言える。

下流域における魚種数の減少には、2つの要因が考えられた。1つ目は、河川環境の悪化である。高取(1992)が調査した時点では、調査地点26でアユ *Plecoglossus altivelis* の産卵が観察されていた。また、調査地点4と26ではスナヤツメのアンモシーテス幼生の生息が確認されていた。高取(1992)は、アユの観察された場所の河川環境について、アユの生息にとって水量も水質環境も最低限に近い状況であると記述していた。今回の調査の時点での調査地点26の環境は、平均水深14cmと浅く直線化した河川形態であり、岩盤が露出し、礫間には細かい砂が詰まった底質だった。この調査地点の現在の環境は、アユが産卵できる環境(石田 1964)ではないと考えられた。1992年から2006年までの間に、河川環境がさらに悪化してアユやスナヤツメが下流域で生息できなくなってしまったのかもしれない。

落差の大きな堰堤の上流側と下流側みられた、オオクチバスと他の魚類の採集個体数の逆転現象は、オオクチバスの魚類群集への影響を示唆するものだと考えられる。堰堤の下流側では、オオクチバスの採集個体数が上流側よりも多く、他の魚種は逆の傾向を示した(表4)。オオクチバスはダム湖から流入河川に遡上し、魚類の生息数を減少させることが報告されている(須藤・高橋 2006)。オオクチバスは伊豆沼・内沼から堰堤まで遡上し、下流域の魚類の減少を引き起こしたと考えられる。堰堤の上流域にもオオクチバスは生息していた。オオクチバスは主に止水域で繁殖するため(吉沢 1992)、流入河川で繁殖している可能性は低いと考えられた。上流域に分布したオオクチバスは、上流域にある灌漑用の池から流出した個体ではないかと考えられる。しかし、上流域のオオクチバスの個体数は下流域と比較して少な

かったことから、上流域の魚類相に及ぼす影響が小さかったと考えられる。

下流域での魚類相の調査結果は、過去に行なわれた調査(高取 1992)との比較からも、オオクチバスの影響を示唆した。伊豆沼・内沼では、高取(1992)の調査以降に起きたオオクチバスの増加によって魚類相が大きく悪化したことが知られている(高橋ほか 2001)。タイリクバラタナゴは特に減少した種の1つであり(高橋ほか 2001)、2006 年の時点でも伊豆沼・内沼における生息密度は低かった(藤本ほか 2008)。1986 年の河川下流域での調査では、タイリクバラタナゴが全ての調査地点で確認され、特に多く捕獲された魚種として記載されていた(高取 1988)。しかし、今回の下流域での調査では、タイリクバラタナゴは 1 地点でしか確認されなかった。下流域ではタイリクバラタナゴの産卵床であるイシガイ科二枚貝類の生息が現在も確認されている。また、伊豆沼・内沼の水質でタイリクバラタナゴやイシガイ科二枚貝類が増殖可能であることを野外での飼育試験で確認している。タイリクバラタナゴの大きな減少については、二枚貝や水質などの生息条件の悪化よりもオオクチバスの影響の方が大きいと考えられた。河川下流域でみられたタイリクバラタナゴの大きな減少や、オオクチバス・ヌマチチブ・カネヒラの増加傾向は、オオクチバスが増加した以降の伊豆沼・内沼の魚類相の変化(高橋 2006, 藤本ほか 2008)に近い傾向であった。伊豆沼・内沼におけるオオクチバスの増加は、流入河川下流域の魚類相にも影響を及ぼしていると考えた。

今回の研究で生息を確認した魚種の中には、環境省のレッドデータリスト(環境省 2007)にて絶滅危惧種に指定されているスナヤツメ、ギバチ、メダカなどが含まれていた。これらの魚種が多く捕獲された場所は、調査地点 11・12・18・29 などの良好な瀬 淀の河川環境が残っていた河川上流域が多かった(表 1, 2)。伊豆沼・内沼の流入河川の下流域では河川環境の悪化やオオクチバスの影響といった人為的要因によって、魚類相が劣化していた。一方、上流域は堰堤などによって希少種の保存場所となっているといえるだろう。上流域の生息環境を保全しつつ、堰堤よりも上流側でのオオクチバスの拡散状況について注視していくことが、伊豆沼・内沼の流入河川の魚類相の保全に繋がると考えた。

謝辞

宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団の方々には、調査への暖かいご支援と多くの便宜を図って頂いた。東北区水産研究所の齊藤憲治博士には、調査へのご指導を頂いた。九州大学水産実験所の乾隆帝氏と中島淳博士には、解析方法に関してご指導して頂いた。また北里大学理学部生物科学科の花岡和則教授には調査への多くの便宜をして頂いた。これら方々の心から感謝の意を表す。

引用文献

- Brookes, A. 1988. Biologidal impacts. In: Brookes, A. (Ed). Channelized Rivers. John Wiley & Sons, New York.
- 藤本泰文・川岸基能・進東健太郎. 2008. 伊豆沼・内沼集水域の魚類相:在来魚と外来魚の分布. 伊豆沼・内沼研究報告 2:13-25.

- 石田力三 . 1964 . アユの産卵生態-IV . 産卵水域と産卵場の地形 . 日本水産学会誌 30: 478-485 .
- 可児藤吉 . 1944 . 溪流性昆虫の生態学 . 可児藤吉 . 可児藤吉全集 . pp . 3-91 . 思索社 , 東京 .
- 環境省 . 2007 . 生物多様性情報システム . 絶滅危惧種検索 http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html .
- 水野信彦 . 河川の魚類とその生態 . 1993a . 水野信彦・中村俊六・玉井信行(編) . 河川生態環境工学 . 魚類生態と河川計画 . pp . 60-62 . 東京大学出版会 , 東京 .
- 水野信彦 . 1993b . 分布の研究 . 水野信彦・勢久右衛門(編) . 河川の生態学 補訂版 . pp . 189-194 . 築地書館 , 東京 .
- 水野信彦 . 1995 . 魚にやさしい川のかたち . 信山社 , 東京 .
- 森 誠一・片野 修 . 2005 . 希少魚保全の未来 . 森 誠一・片野 修(編) . 希少淡水魚の現在と未来 - 積極的保全のシナリオ - . pp . 369-384 . 信山社 , 東京 .
- 中坊徹次 . 2000 . 日本産魚類検索 全種の同定 第二版 . 東海大学出版会 , 東京 .
- 中村智幸 . 2007 . イワナをもっと増やしたい！ フライの雑誌社 , 東京 .
- 小畠千賀志 . 2006 . 伊豆沼におけるバス駆除とその効果 . 細谷和海・高橋清孝(編) . ブラックバスを退治する - シナイモツゴ郷の会からのメッセージ - . pp . 90-94 . 恒星社厚生閣 , 東京 .
- 設楽 寛 . 1988 . 伊豆沼・内沼の自然的及び社会的背景 . 伊豆沼・内沼環境保全学術調査委員会(編) . 伊豆沼・内沼環境保全学術調査報告書 . pp . 1-26 . 宮城県 , 仙台 .
- 須藤篤史・高橋清孝 . 2006 . 河川に拡大するブラックバス汚染 . 細谷和海・高橋清孝(編) . ブラックバスを退治する - シナイモツゴ郷の会からのメッセージ - . pp . 53-63 . 恒星社厚生閣 , 東京 .
- Swales , S. 1982 . Environmental effects of river channel works used in land drainage improvement . J. Environ. Manage. 14:103-126 .
- 高橋清孝・小野寺 肇・熊谷 明 . 2001 . 伊豆沼・内沼におけるオオクチバスの出現と定置網魚種組成の変化 . 宮城水産研報 1:111-119 .
- 高橋清孝 . 2002 . オオクチバスによる魚類群集への影響 . 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 . 47-59 . 恒星社厚生閣 , 東京 .
- 高橋清孝 . 2006 . オオクチバスが魚類群集に与える影響: ブラックバスを退治する - シナイモツゴ郷の会からのメッセージ - . pp . 29-36 . 恒星社厚生閣 , 東京 .
- 高取知男・小山 均・鈴木一博・高良真一 . 1979 . 伊豆沼・内沼の魚類 . 財団法人 日本野鳥の会(編) . 伊豆沼・内沼の鳥類及びその生息地の実態調査 . pp . 91-103 . 宮城県教育厅 , 宮城県 .
- 高取知男 . 1988 . 伊豆沼・内沼の魚類 . 伊豆沼・内沼環境保全学術調査委員会(編) . 伊豆沼・内沼環境保全学術調査報告書 . pp . 303-313 . 宮城県保健環境部環境保全課 , 宮城県 .
- 高取知男 . 1992 . 魚類 . 伊豆沼・内沼環境保全学術調査委員会(編) . 伊豆沼・内沼環境保全対策に関する報告書 . pp . 94-107 . 宮城県保健環境部環境保全課 , 宮城県 .
- 吉沢和俱 . 1992 . ブラックバスとブルーギルのすべて . オオクチバス . (4)成熟 , 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 .

Distribution patterns of fishes in the Lake Izunuma-Uchinuma basin
in Miyagi Prefecture, Japan

Motoyoshi Kawagishi ^{1*}, Yasufumi Fujimoto ² & Kentaro Shindo ²

¹ Laboratory of Molecular Embryology, Department of Biology, School of Sciences,
Kitasato University, Kitasato, 1-15-1, Sagamihara, Kanagawa Pref. 228-8555, Japan

² The Miyagi Prefectural Izunuma-Uchinuma Environmental Foundation,
17-2 Sikimi, kamihata, Wakayanagi, Kurihara, Miyagi Pref. 989-5504, Japan

* Corresponding author

* Present address: Fishery Laboratory, Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences Kyusyu University, 2506 Tsuyazaki, Fukustu City, Fukuoka 811-3304, Japan
TEL 0940-52-0163 FAX 0940-52-0190 e-mail catspaw0621@yahoo.co.jp

Abstract A fish survey was conducted in the influent rivers in Lake Izunuma-Uchinuma basin. Based on their distribution, fish species were categorized into three groups. Group-A was distributed in upper area of the rivers, and included six species such as *Lethenteron reissneri* and *Pseudobagrus tokiensis*. Group-B was distributed in the lower area of the rivers, and included largemouth bass *Micropterus salmoides* and *Tridentiger brevispinis*. Group-C was distributed in the wide length of the rivers, and included two species such as *Rhinogobius* sp. OR and *Misgurnus anguillicaudatus*. The number of fish species in the upper area of the river was higher than in the lower. Comparison of the results with a previous study conducted fifteen years earlier indicated populations of several fish species in the lower area of the rivers have decreased due to environmental degradation and largemouth bass.

Keywords: conservation, endangered species, freshwater fish fauna, nonnative species

Received: February 15, 2008 / Accepted: March 6, 2008