

## 6 研究活動報告

環境科学国際センターでは様々な調査研究活動を実施している。それらの成果については積極的に発表し、行政、県民、学会等での活用に供している。学術的な価値のあるものについては論文にまとめて学術誌へ投稿することにより発表しているが、それ以外にも比較的まとまった成果は多い。ここではこれらの調査研究成果のうち、論文や種々の報告書に掲載されていないものを紹介する。今号では、当センターの自主的な研究課題として設定し、研究活動を実施しているもののうち、平成24年度までに終期を迎えた課題のほか、平成25年度に取りまとめた成果や情報について報告する。

### 6.1 研究報告

ムサシトミヨ生息域における河川環境の調査と簡易・効率的な流入汚水対策技術の検討 ..... 木持謙、金澤光、高橋基之、王効挙、柿本貴志

### 6.2 資料

見沼田圃における土地利用の変遷 ..... 嶋田知英  
新聞記事データベースに見る「地球温暖化」の定着 ..... 嶋田知英  
市民の温暖化適応策に関する意識調査 ..... 嶋田知英  
埼玉県に生息する魚類の分布について ..... 金澤 光  
微動探査法における深度方向指向性に関する研究 ..... 白石英孝

[研究報告]

## ムサシトミヨ生息域における河川環境の調査と 簡易・効率的な流入汚水対策技術の検討

木持謙 金澤光 高橋基之 王効拳 柿本貴志 亀屋隆志\*

### 要 旨

本研究では、ムサシトミヨの生息河川とそこに流入する水路等における水質等の調査に加え、河川水における水生生物への生態・遺伝毒性の現状調査を実施した。その結果、ムサシトミヨ生息河川の最上流部では、生活排水が河川水量の約1割を占めると推計された。また、流入水路の汚濁した水から、高い生態・遺伝毒性が検出され、生活排水がムサシトミヨの生息を脅かしていることが懸念された。そこで、ムサシトミヨ生息域保全のための応急的な生活排水対策として、生活雑排水等が混入する汚濁水路水を対象に、傾斜土槽法を活用した簡易・効率的な水処理技術の適用を検討した。その結果、本研究で用いた傾斜土槽法による装置の規模では、約200L/m<sup>2</sup>・日の水量負荷が現実的と考えられた。また、軽量浄化資材を入れた5mmメッシュ程度のネットを装置内に充填することで、維持管理作業性の改善を検討し、併せて、生息域への主要な汚濁負荷流入水路に本手法を適用した場合に必要な施設の規模を推計した。

キーワード: ムサシトミヨ、*Pungitius* sp.、毒性影響評価、生活雑排水、傾斜土槽法

### 1 はじめに

ムサシトミヨ(*Pungitius* sp.)は、トゲウオ科トミヨ属の体長5 cm前後の淡水魚である<sup>1,2)</sup>。背中に8~9本、腹鰭に1対(2本)、臀鰭に1本の棘(棘条と呼ばれる)を持つ。生息の適水温は10~18℃であり、冷たい湧水を水源とする細流だけに生息し、自然界の寿命は1年程度である。繁殖期は周年で、雄が水草などを使ってピンポン球ほどの大きさの巣を作り、雌の産卵後、ふ化した稚魚が巣立つまで、雄が子育てをする。雑食性だが、ユスリカ等の小動物を好むようである。

ムサシトミヨは、東京都や埼玉県の湧水を中心に過去に数カ所の生息の記録がある<sup>3)</sup>が、戦後の高度経済成長に伴う水質汚濁や湧水の枯渇により生息地は壊滅し、現在生息が確認されているのは、埼玉県熊谷市内の元荒川最上流部のみである。なお、元荒川は、熊谷市南東部を起点とし、同県内を流下して同県越谷市内で中川に合流する、河川延長約61kmの中川水系の一級河川である。

レッドデータ環境省カテゴリおよび埼玉県レッドリストで絶

滅危惧IA類(CR)、つまり、ごく近い将来における絶滅の危険性が極めて高い種に指定されている。本種を保護するために元荒川源流部に保護区域が設定されており、この保護区域の保全や、生息域の拡大が急務であるものの、現状の生息範囲は延長約2kmの流路に過ぎない。この生息域も一部で分断されているという状況であり、種や遺伝的多様性の保全上、大きな課題がある。生息域拡大を阻む主要因として、河川に流入する生活排水の影響が考えられている。

本研究では、ムサシトミヨ生息域を中心に、汚濁水が流入する水路も含めた元荒川最上流部の水質等の実態把握を行った。また、河川水の水生生物生息への影響を直接的に把握するため、生態・遺伝毒性の現状調査も実施した。さらに、生息環境保全のため、流入汚水の簡易・効率的な浄化技術の検討を行った。本研究では、具体的な技術として、汚水浄化性能は浄化槽より劣るものの、設置が比較的容易なため生活雑排水処理への適用が期待される傾斜土槽法<sup>4)</sup>を採用し、適用のための技術改良と維持管理作業の効率化を検討した。

## 2 方法

### 2.1 ムサシトミヨ生息環境実態調査

#### 2.1.1 調査地点とその概要

ムサシトミヨ生息域を含む元荒川最上流部の概略と調査地点を図1に示す<sup>5)</sup>。元荒川の水源は、かつては豊富な湧出量を誇る地下水であったが、現在は自噴する湧水がないため、熊谷市ムサシトミヨ保護センター(St.0)敷地内に掘削した井戸から、水中ポンプにより地下水を汲み上げて(揚水量5,000t/日)水源を維持している。同センターから約400mの区間は埼玉県指定天然記念物として保護されており、保護区域のほぼ中間点の右岸側から、汲み上げ地下水を利用した民間養鱒場の排水が流入する以外に、汚水の流入は全くない。なお、地下水由来であるこの排水は、元荒川の重要な水源の一つとなっている。保護区域の最下流地点をSt.1とした。一方、保護区域の北側を迂回する形の流路も存在し、こちらは生活排水等の流入による汚濁が著しい。この流路の下流端を流入Aとした。St.1の直下流で、河川水の一部が直線水路に切り回され、途中で生活排水等の流入により汚濁した状態で再び本川に合流する。この直線水路が本川と合流する直前の地点を流入Bとした。さらにその下流で、やはり重要な水源の一つである埼玉中央漁協からの水路の水が合流する。この水路と合流する直前の本川上の地点をSt.2、水路側の本川合流直前の地点をSt.3とした。さらに、St.0から約

3km下流の調査地点をSt.4とした。図中、ムサシトミヨの生息確認区間を太実線で表したが、豊富な地下水が流入する保護センターと埼玉中央漁協の下流1km前後の区域のみ生息が確認され、汚水の流入地点から下流では生息は確認されていない<sup>5)</sup>。

#### 2.1.2 調査および測定項目

上記のSt.0~St.4および流入A、Bの計7地点で、年4回の頻度で流況、水質、流入汚濁負荷等の調査を実施した。測定項目は、水温、pH、DO、BOD、NH<sub>4</sub>-N、LAS、C<sub>12</sub>AE(2-14)、DSBP等とした。ここで、LAS(直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩)およびC<sub>12</sub>AE(2-14)(ポリ(オキシエチレン)ラウリルエーテル)はともに界面活性剤、DSBP(4,4'-bis(2-sulfostyryl)biphenyl)は蛍光増白剤であり、いずれも生活排水の指標として測定した。なお、LASおよびC<sub>12</sub>AE(2-14)の分析はLC/MS(LC: Waters社製 Separations module 2690、MS: Waters社製 micromass ZMD)により<sup>6)</sup>、DSBPは蛍光分光測定法<sup>7)</sup>により測定した。

### 2.2 ムサシトミヨ生息域における生態・遺伝毒性物質の現状調査

ムサシトミヨ生息域において、流入する生活排水等に起因する多種多様な化学物質が、生息環境に悪影響を及ぼすと懸念される。そこで、河川水について、その生態毒性および遺伝毒性の観点から評価した。

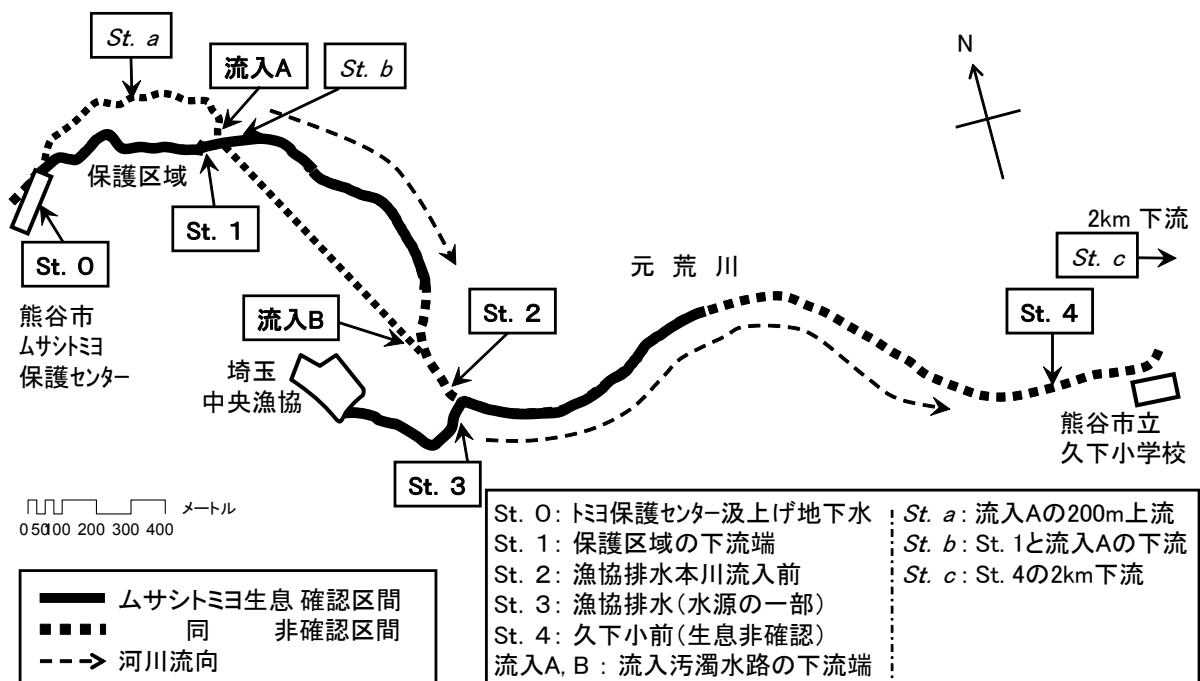


図1 元荒川最上流部の概況と調査地点

## 2.2.1 水試料採取地点

試料採取は、図1のSt.0(Blank)、St.a(流入Aの本川合流地点から約200m上流)、St.b(St.1と流入Aの合流直後)、St.c(St.4の約2km下流)の計4地点で行った。

## 2.2.2 生態毒性試験(三種試験)

経済協力開発機構(OECD)では、化学物質の有害性を評価するための試験法を「テストガイドライン(TG)」として作成し、報告している<sup>8)</sup>。本研究では、報告されている試験方法から、藻類成長阻害試験(OECD.TG 201)、甲殻類急性遊泳阻害試験(OECD.TG 202)及び魚類急性毒性試験(OECD.TG 203)を採用した。

試料水4,000mLを、孔径1 $\mu$ mのガラス繊維ろ紙(東洋濾紙社製)でろ過後、Sep Pack PS-2 Plus(Waters社製)を用いて固相抽出した。次いで、アセトン10mLで溶出後、N<sub>2</sub>ページによりイオン交換/活性炭処理水に転溶し、4mLに定容して原液とした。試験液は、環境省のデータベースに登録された化学物質の急性毒性比(ACR: Acute/Chronic Ratio)を考慮し<sup>9)</sup>、原液をイオン交換/活性炭処理水で、藻類は100倍、甲殻類及び魚類では20倍に希釈(元の試料水を、それぞれ10倍、50倍に濃縮した場合に相当)して調製した。

藻類(一次生産者)に対しては、*Pseudokirchneriella subcapitata*を用いて藻類成長阻害試験を行った。試験時間は72時間(OECD.TG 201準拠)、毒性の判定基準は成長阻害とした。甲殻類(一次消費者)に対しては、*Daphnia magna*を用いてミジンコ遊泳阻害試験を行った。試験時間は48時間(OECD.TG 202準拠)、毒性の判定基準は遊泳阻害とした。魚類(二次消費者)に対しては、*Oryzias latipes*を用いて魚類仔魚致死試験を行った。試験時間は48時間(OECD.TG 203準拠)、毒性の判定基準は死亡とした。

## 2.2.3 遺伝毒性試験(*umu*試験)

化学物質が与える生物への悪影響として、生物の遺伝情報に変化を引き起こす遺伝毒性(変異原性)が知られている。この試験方法としては、エームス法や発光*umu*試験法<sup>10)</sup>が知られており、河川水への適用性が検討されている<sup>11)</sup>。本研究では、より簡便で高感度化が期待される発光*umu*試験法を採用した。

試料水の濃縮操作は2.2.2に準じて行い、試料水1,500mLまたは150mLを、1.5mLまで濃縮したものを試験液とした。*umuC'-lacZ* 融合遺伝子を導入したサルモネラ菌を30 $^{\circ}$ Cで16~18時間、37 $^{\circ}$ Cで1.5時間培養し、試験液に対して暴露2時間、培養2時間、発色剤添加0.5時間後、発色量(吸光度)を測定した。遺伝毒性強度(GA)は、単位菌体濃度での陰性対照に対する発色量の比(IR)を、試料水1Lあたりに変換した値であり、

$GA(1/L)=(IR-1)/Dose$   
の式を用いて算出した<sup>12)</sup>。

## 2.3 傾斜土槽法を活用した流入汚濁水路水の浄化技術の検討

### 2.3.1 傾斜土槽法実験装置

傾斜土槽容器は、外寸W500mm $\times$ L1,000mm $\times$ H175mm(板厚20mm)の発泡スチロール製である。傾斜させた底面の低い側にスリットがあり、容器内に土壌等の浄化資材を充填し、底面の高い側から原水を供給すると、容器内の浄化資材を通過して、処理水がスリットから排出される構造になっている。水の流下方向が互い違いになるように容器を積み重ねることで、処理装置全体のコンパクト化を図ることが可能となる。本研究では、容器を4段積みにしたものを1実験系として検討した。実験装置の概略を図2に示す。実験装置は、熊谷市ムサシトミヨ保護センター敷地内に設置し、敷地外の道路側溝を流れる、単独および合併処理浄化槽放流水と生活雑排水の混合水を、流入原水として用いた。なお、実験装置への原水の供給は、道路側溝内に設置した水中ポンプを用いて、オン/オフ=3分/27分の間欠運転で行った。

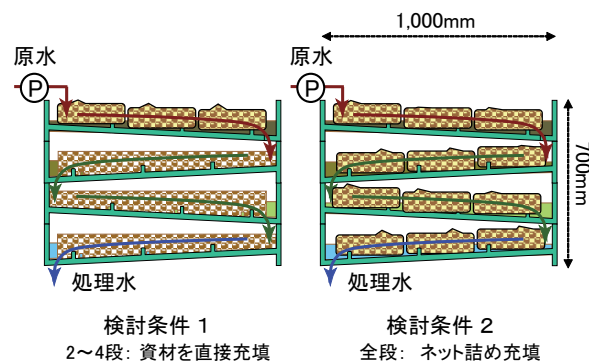


図2 水質浄化実験装置の概略

### 2.3.2 浄化資材の粒径と水量負荷の検討(検討条件1)

4段積みの傾斜土槽容器のうち、1段目(最上段)には、2mmメッシュのネットに木炭を詰めて充填した。2段目以降の充填資材には軽石を用い、10~20mm、5~10mmの2種類の粒径を設定し、容器に直接充填した。このとき、1容器あたりの木炭あるいは軽石の実充填容積は約40Lであった。また、一般に土壌による汚水処理は、単位面積の水量負荷を100L/m<sup>2</sup>・日程度に設定することが多い<sup>4,13)</sup>。そこで、この値を基準として、50、100、200、400L/m<sup>2</sup>・日の4段階の流入水量をそれぞれ設定した。これらの実験条件について表1にまとめた(Run a~hの合計8系)。実験装置は8月から約6ヶ月間運転し、原水および処理水について、BOD、SS、T-N、T-P等を分析した。なお、実験装置の清掃は実施しなかった。

表1 設定実験系（検討条件1）

資材粒径 (mm)	流入水量(L/m <sup>2</sup> ・日)			
	a	b	c	d
10-20	50	100	200	400
資材粒径 (mm)	e	f	g	h
	5-10	50	100	200

### 2.3.3 維持管理作業の効率化の検討(検討条件2)

維持管理作業の効率化の観点から、浄化資材にφ30mm程度の軽量な多孔質ろ材(発泡ガラス製)を用い、資材6Lを5mmメッシュのネット袋に入れたものを傾斜土槽容器1基につき3袋ずつ充填した。すなわち、1容器あたりの資材の実充填容積は約18Lであり、これを4段積みで1実験系が構成される。実験系は2系設定し、水量負荷を100L/m<sup>2</sup>・日(Run 1)、200L/m<sup>2</sup>・日(Run 2)とした。実験装置は12月から約1年間運転し、原水および処理水について、BOD、SS、T-N、T-P等を分析した。なお、実験装置の清掃は、約4ヶ月毎に実施した。

### 2.3.4 傾斜土槽活用水質浄化技術による流入汚濁負荷削減効果の検討

2.3.2および2.3.3で取得した傾斜土槽活用水質浄化技術のデータを基に、生息域の主要な流入水路に対して適用した場合の汚濁負荷削減効果について試算を行った。具体的には、最上流部への高濃度汚濁流入水路水(図1における流入A)を試算対象とした。

## 3 結果および考察

### 3.1 ムサシトミヨ生息環境実態調査

平成18年度の元荒川最上流部の調査結果<sup>2,5)</sup>を表2に示す。水温は全ての地点で年間を通して20℃以下であり、生息が確認されていないSt.2やSt.4でも、ムサシトミヨの生息には特に問題はないと考えられた。pHやDOも同様に、生息に影響を及ぼすと考えられる値が計測されることはなかった。BOD、NH<sub>4</sub>-N、DSBP、LAS、C<sub>12</sub>AE(2-14)の各水質項目は、流入Aおよび流入Bで際立って高い値が検出され、St.1、St.2、St.4と本川を流下するに伴って濃度が上昇傾向にあった。さらに、生活排水の指標となるLAS、C<sub>12</sub>AE(2-14)、DSBPが、流入A、BのみならずSt.2およびSt.4で検出されたことから、生活排水の混入が確認された。LASおよびAEについては、冷水魚であるニジマスの仔魚に対する最大無影響濃度が、それぞれ1.0mg/Lおよび0.5mg/Lと報告されている<sup>14)</sup>。流入AのLASは平均値で1mg/Lを上回っていることに加え、AEは本川上のSt.2では平成16年7月に1.8mg/Lという値が実際に観測されている<sup>15)</sup>。

同調査<sup>2,5)</sup>では、ムサシトミヨの現存量についても調査しており、St.0からSt.1にかけては8,100尾、St.1から下流600mに1,700尾、St.3から上流に3,000尾、St.2から下流600mに2,800尾と報告している。これらの値から、St.0～St.3における現存密度を以下のように推計した。まず、St.0では、8,100/500=16.2(尾/m)、St.1では、(8,100+1,700)/(500+600)=8.9(尾/m)、St.2では、0(尾/m)、St.3では、(3,000+2,800)/(350+600)=6.1(尾/m)と推定した。これらを元に、現存密度の推計値とBODおよびNH<sub>4</sub>-Nとの関係を求めた(図3)。

表2 元荒川最上流部の調査結果

項目	平成18年度、4回平均値(最低-最高)						
	St.0	St.1	St.2	St.3	St.4	流入A	流入B
水温 (°C)	13.7 (12.7-15.3)	14.6 (14.2-15.0)	15.0 (13.4-17.6)	14.1 (13.3-15.3)	15.3 (11.6-20.0)	—	—
pH (—)	7.4	7.5	7.5	7.6	7.5	7.4	7.4
DO (mg/L)	7.1	9.2	8.1	10.1	7.8	—	7.3
BOD (mg/L)	<0.5	0.9 (0.6-1.0)	2.3 (1.8-2.8)	1.1 (<0.5-1.3)	2.8 (1.9-4.4)	12 (7.5-15.5)	5.0 (2.8-7.7)
NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	<0.08	<0.08	0.40 (0.24-0.78)	0.09 (<0.08-0.12)	0.51 (0.26-1.11)	5.6 (2.2-12)	0.70 (0.31-1.7)
DSBP (μg/L)	ND	ND	0.73 (0.55-0.95)	0.09 (<0.07-0.16)	0.84 (0.66-0.99)	6.7 (4.1-10)	1.8 (1.0-2.6)
LAS (mg/L)	—	ND	0.12 (0.077-0.18)	—	0.11 (0.091-0.13)	1.2 (0.70-2.5)	0.40 (0.14-0.91)
C <sub>12</sub> AE (2-14) (mg/L)	—	ND	0.027 (0.006-0.044)	—	0.014 (0.003-0.038)	0.13 (0.004-0.51)	0.063 (0.007-0.16)

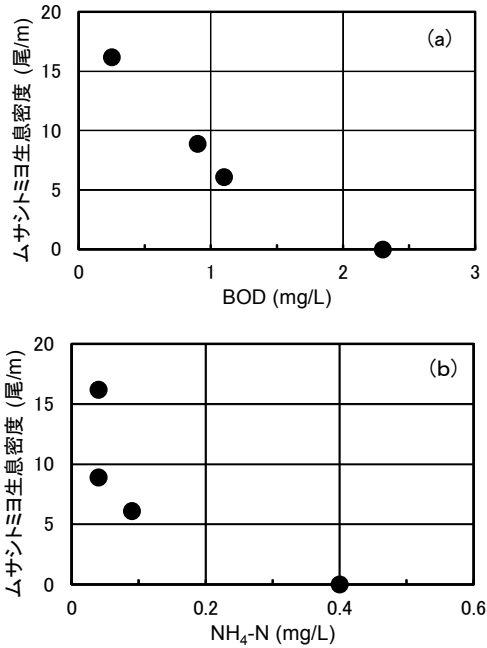


図3 ムサシトミヨ生存密度と環境要因との関係  
(a) BOD(mg/L)、(b) NH<sub>4</sub>-N (mg/L)

図3から、ムサシトミヨの生息場としては、BODが概ね1.5 mg/L以下が、また、NH<sub>4</sub>-Nは概ね0.2mg/L以下が望ましいと推測される。NH<sub>4</sub>-Nについては、環境基準等は特に設定されていないが、平成14～23年度に本県で実施された河川環境改善事業の「利根川水系小山川・元小山川清流ルネッサンスII」では、モツゴ・コイ・フナ・ヨシノボリ等を対象にNH<sub>4</sub>-Nの目安値を3mg/Lに定めている<sup>16)</sup>。流入Aでは、平均値でも3mg/Lを大幅に上回り、本研究で推計した値よりも大きかった。St.1を通過した河川水は、流入Aと合流した後、St.2に至る。表2に示した水質項目のうち、流入Aの濃度と、St.1からSt.2で増加した量(濃度)の比は、BODで0.12、NH<sub>4</sub>-Nで0.07、DSBPで0.11、LASで0.10となる。これらの値から、主に生活排水である流入Aが、St.2を流下する河川水の約1割を占めていると推計された。

### 3.2 ムサシトミヨ生息域における生態・遺伝毒性物質の現状調査

4カ所の採水地点の生態毒性および遺伝毒性の測定結果を表3に示す。まず、生態毒性試験では、St.0では3生物種全てにおいて影響は認められなかった。しかしながら、3.1で生活排水による汚濁が著しいことが確認された流入Aの上流では、藻類成長阻害率90%、甲殻類遊泳阻害100%、魚類死亡率100%と、3生物種全てに多大な影響があることが確認された。St.1と流入Aの合流直後では、3生物種ともに影響がなくなっているものの、St.4の下流では再び甲殻類(遊泳阻害率90%)および魚類(死亡率20%)に影響が観察された。これらのことから、流入Aからの汚濁水は、St.1から来

表3 各採水地点の生態毒性、遺伝毒性の評価結果

採水地点	濃縮倍率		生態毒性			遺伝毒性 GA(1/L)
	藻類	甲殻類 魚類	成長阻 害率(%)	遊泳阻		
				害率(%)	死亡率 (%)	
St. 0	10	50	0	20 *	0	15
St. a	10	50	90	100	100	580
St. b	10	50	0	0	0	≤35
St. c	10	50	0	90	20	≤35

\* 水面を浮遊して水中に戻れない状態のため遊泳阻害が起きた。  
(不純物が少なく表面張力が高くなったためと推測)

る清澄な河川水により希釈され、一時的には毒性が低下するものの、流下に伴い再び毒性が上昇することが懸念された。遺伝毒性試験でも生態毒性試験と同様の結果が得られ、特に流入Aの上流では580GAと、極めて高い値が観測された。

これらの試験結果と図1に示したムサシトミヨの生息確認/非確認の区間<sup>2,5)</sup>は対応している。一方で、流入Aの上流で、調査日によってはメダカは確認されている。すなわち、本種の生息にはメダカよりも格段に良好な水質が必要と想定されることもふまえ、毒性影響が観測された地点周辺は、ムサシトミヨの生息に不適な環境になっていると考えられた。

### 3.3 傾斜土槽法を活用した流入汚濁水路水の浄化技術の検討

#### 3.3.1 浄化資材の粒径と水量負荷の検討(検討条件1)

本検討における期間全体の原水水質の平均値は、BOD: 55mg/L、SS: 27mg/L、T-N: 31mg/L、T-P: 3.2mg/Lであり、ここでは合併処理浄化槽の目標処理水質を目安に検討した。原水および各実験系の処理水のBODの経日変化を図4(a)に示す。処理水のBOD: 20mg/L程度を満たす運転期間は、資材の粒径を問わず、水量負荷50L/m<sup>2</sup>・日の場合約6ヶ月(Run aおよびRun e)、粒径5～10mmで水量負荷100L/m<sup>2</sup>・日のRun fで約3ヶ月であった。一方、資材の粒径を問わず、水量負荷が200L/m<sup>2</sup>・日および400L/m<sup>2</sup>・日の実験系(Run c、d、g、h)では、実験開始時からBOD: 20～30mg/Lの値であった。SSの処理性能についても、目標処理水質をSS: 10mg/L程度とすると、BODの場合とほぼ同様の結果となった(図には示さず)。窒素については、目標処理水質をT-N: 20mg/L程度とした場合にそれが維持可能な期間は、資材の粒径を問わず、水量負荷50L/m<sup>2</sup>・日で3～4ヶ月、100～200L/m<sup>2</sup>・日で約1.5ヶ月、400L/m<sup>2</sup>・日の系で約1ヶ月であった(図には示さず)。リンについては、目標処理水質をT-P: 1mg/L程度とした場合、いずれの実験系も実験開始直後からこれを満足することはできなかったが、T-P: 2mg/L程度とした場合、資材の粒径を問わず、水量負荷50L/m<sup>2</sup>・日で約3ヶ月、100L/m<sup>2</sup>・日で約2ヶ月、200L/m<sup>2</sup>・日および400L/m<sup>2</sup>・日で約0.5ヶ月であった(図には示さず)。

各実験系のBOD除去率の経日変化を図4(b)に示す。い

ずれの実験系も、水量負荷に応じてBOD除去率は異なるものの、ほぼ安定した値を維持した後、徐々に低下した。3.3.3で考察する目標値となる、BOD除去率50%が維持可能な期間は、水量負荷が低い実験系ほど長く、50L/m<sup>2</sup>・日の実験系では6ヶ月以上、100L/m<sup>2</sup>・日では約5ヶ月、200L/m<sup>2</sup>・日では3ヶ月弱、400L/m<sup>2</sup>・日では約2ヶ月であった。

以上の結果は、生活雑排水や排水路の浄化等における傾斜土槽法の既往知見<sup>4,17)</sup>を概ね支持しており、処理装置の規模等も考慮すれば、水量負荷は100~200L/m<sup>2</sup>・日程度で設定するのが望ましく<sup>4,13)</sup>、その場合、本研究で得られた水質浄化性能の知見をふまえれば、清掃等の維持管理頻度の目安は3ヶ月程度と考えられた。

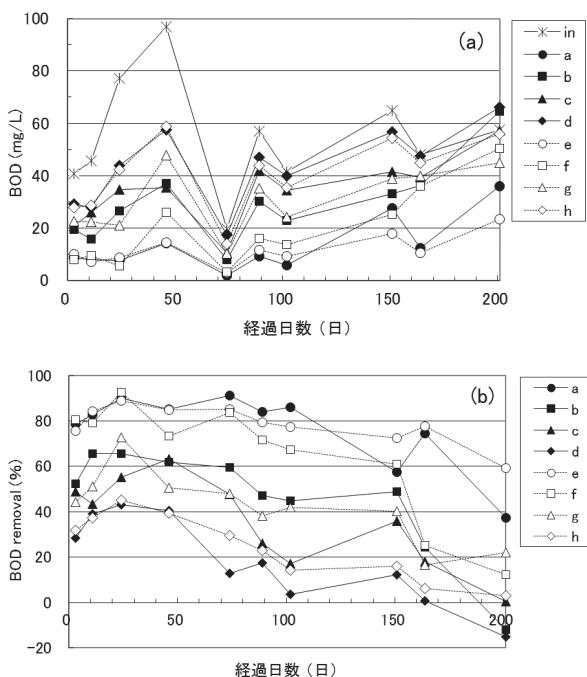


図4 資材粒径・水量負荷とBOD処理性能  
凡例は表1に対応

### 3.3.2 維持管理作業の効率化の検討(検討条件2)

維持管理、特に清掃作業性の面では、浄化資材に土壌のみを使用し、目詰まり等が発生した場合、土壌の緑農地還元といった対応が想定されるが、本研究の場合、緑農地還元が困難なことから、浄化資材の洗浄と汚泥の分離回収が重要となる。浄化資材を傾斜土槽容器に直接充填する方法(検討条件1)では、清掃時の汚泥と資材の分離が困難であり、汚泥回収性の向上等の改良が必要と考えられた。軽量の浄化資材を用いたことに加え、ネット詰めした改良充填法(検討条件2)では、資材をネット袋ごと容器から取り出し、大型バケツ内で洗浄すると同時に、容器内に蓄積した汚泥も回収するという手順をとった。この方法によれば、4段積みで2実験系分(傾斜土槽容器8基)の浄化装置の清掃に対し、1人で45分~1時間程度の作業で十分に対応可能であっ

た。本検討の結果の詳細は、現在取りまとめ中であり、別の論文として報告する予定である。

### 3.3.3 傾斜土槽活用水質浄化技術による流入汚濁負荷削減効果の検討

前述のように、St.2の環境条件を改善し、ムサシトミヨ生息域の分断を解消、さらに拡大するためには、St.2の大まかな水質目標値として、BODは1.5mg/L以下、NH<sub>4</sub>-Nは0.2mg/L以下が考えられる。流入Aが本川に与える影響は1割程度なのでこれを考慮すると、流入Aの汚濁負荷量の約50%削減が必要となる。過去の「ムサシトミヨ保護事業報告書」のデータから流入Aの流量を計算すると、約40m<sup>3</sup>/日となった。流入Aに検討条件1の水量負荷200L/m<sup>2</sup>・日のRun cおよびRun g(表1参照)を適用するならば、4段積み×100系で対応可能と考えられ、傾斜土槽部分の設置面積は、1系あたり0.5m<sup>2</sup>のため、合計約50m<sup>2</sup>となる。なお、図4(b)から、Run c、Run gはBOD除去率50%を3ヶ月近く維持可能であったことから、清掃頻度も3ヶ月程度と考えられる。

以上のことから、目標水質にもよるが、傾斜土槽活用水質浄化技術は、維持管理作業性も含めて、生活雑排水を中心とした高濃度・小水量の汚濁水路水等の浄化への適用が十分に期待できる。しかしながら、浄化槽ほどの汚水処理性能は得られないこと、設置場所によってはポンプを用いて装置へ原水供給を行うこと等を考慮して、適用を検討する必要がある。また、水質のみならず、本技術の導入による生態・遺伝毒性の低減効果等の評価も実施する必要がある。

## 4 まとめ

本研究で得られた成果をまとめると以下のとおりである。

- 1) 元荒川最上流部は生活排水が河川水量の約1割を占めると推計された。また、流入汚濁水路水から、高い生態・遺伝毒性が検出され、生活排水がムサシトミヨの生息を脅かしていることが懸念された。
- 2) 傾斜土槽法による汚水浄化技術を現地ににて検討した結果、装置規模も考慮すると200L/m<sup>2</sup>・日程度の水量負荷が現実的と考えられた。また、5mmメッシュ程度のネットに発泡ガラス等の軽量浄化資材を入れて装置内に充填すれば、清掃時の資材と汚泥の分離作業性が格段に向上するため、実際の使用が可能と考えられた。
- 3) ムサシトミヨの生息域の分断を解消し、生息域の保全や拡大を図るためには、汚濁水路流入地点において、本研究で使用した傾斜土槽法の装置で、4段積み×100系(処理水量 40m<sup>3</sup>/日)が必要であると推算された。

## 謝辞

本研究の、ムサシトミヨ生息域における生態・遺伝毒性物質の調査の際、横浜国立大学・亀屋隆志先生研究室所属の

学生諸氏にご協力いただきました。ここに謝意を表します。

## 文 献

- 1) 川那部浩哉, 水野信彦, 細谷和海 編・監修(2001)日本の淡水魚, 山と溪谷社, 448.
- 2) 埼玉県環境科学国際センター(2007)ムサシトミヨ保護事業報告書(平成18年度).
- 3) 池田嘉平(1933)トゲウワの分布と其の變異, 動物学雑誌, 45, 141-173.
- 4) 生地正人(2002)傾斜土槽法による生活雑排水処理, 環境技術, 31(12), 47-52.
- 5) 金澤光, 斎藤茂雄, 高橋基之, 栗原拓夫, 王効挙, 木持謙(2007)ムサシトミヨ保全のための元荒川流域の調査と水質改善対策の検討, 埼玉県環境科学国際センター報第7号, 95.
- 6) 斎藤茂雄, 金主鉉, 伊田健司, 鈴木章(2006)県内河川水中の非イオン界面活性剤ノニルフェノールエトキシレート及びアルコールエトキシレート(C<sub>12</sub>AEs), 埼玉県環境科学国際センター報第6号, 132-135.
- 7) 高橋基之, 海賀信好, 須藤隆一(2003)河川水中フルボ酸様有機物の蛍光励起スペクトル解析と評価, 水環境学会誌, 26 (3), 153-158.
- 8) OECD, Guidelines for the Testing of Chemicals. (TG 201 (2002), TG 202 (2004), TG 203 (1992)).
- 9) Wei, D., Kisuno, A., Kameya, T., Urano, K.(2006)A new method for evaluating biological safety of environmental water with algae, daphnia and fish toxicity ranks, *Sci. Tot. Environ.*, 371, 383-390.
- 10) Nakajima, D., Ishii, R., Nishimura, K., Takagi, Y., Mineki, S., Onodera, S., Goto, S.(2005)Effects of organic solvent in luminescent umu test using *S. typhimurium* TL210, *J. Environ. Chem.*, 15, 569-574.
- 11) 中島大介ら(2007)河川水中の遺伝毒性物質モニタリングへの発光umu試験の適用性について, 環境化学, 17, 453-460.
- 12) Kameya, T., Nagato, T., Nakagawa, K., Yamashita, D., Kobayashi, T., Fujie, K.(2011)Quantification of *umu* genotoxicity level of urbanriver water, *Wat. Sci. Technol.*, 63(3), 410-415.
- 13) 国土交通省 新技術情報提供システム, 登録No. SK-030019-A, 傾斜土槽法(表層土壌の自浄作用を応用したBOD・COD及び栄養塩類(窒素・リン)の同時浄化技術)
- 14) 菊地幹夫, 若林明子(1995)ニジマスの初期生活段階毒性試験によるいくつかの界面活性剤の毒性評価(その1), 東京都環境科学研究所年報, 104-107.
- 15) 埼玉県環境科学国際センター(2005)ムサシトミヨ保護事業報告書(平成16年度).
- 16) 小山川・元小山川清流ルネッサンスII地域協議会(2004)小山川・元小山川水環境改善緊急行動計画書 参考資料, 25.
- 17) 生地正人, 末次綾, 三浦敏弘, 中村成孝, 笠井和夫(2005)傾斜土槽法を用いた富栄養化対策-その1 台所排水および排水路の直接浄化-, 用水と廃水, 47(11), 62-68.

## Investigation of a Habitat of Musashitomiyo, *Pungitius* sp. in the Moto-Arakawa River and Development of a Simple Inflowing Wastewater-Treatment Method to Improve the Habitat

Yuzuru KIMOCHI, Hikaru KANAZAWA, Motoyuki TAKAHASHI, Kokyo OH,  
Takashi KAKIMOTO and Takashi KAMEYA\*

### Abstract

We have surveyed the environmental conditions and water qualities of a habitat of stickleback Musashitomiyo, *Pungitius* sp., in order to conserve the habitat in the stream Moto-Arakawa River. Ecotoxicity and genotoxicity of the stream water were also evaluated. The results showed that ca. 10% of the whole upstream water originated from mainly domestic wastewater. High ecotoxicity and genotoxicity were observed in the polluted water which flew into the habitat. These toxicities may cause a harmful influence on the existence of Musashitomiyo. In developments of the purification method of the inflowing wastewater with the slanted-soil-chamber method, an effective water loading was 200 L/m<sup>2</sup>/day with consideration of the scale of the treatment facilities. An installation of the lightweight filter materials wrapped with net-bags into the chamber could improve maintenance labors. In addition, we confirmed the efficiency of the method using slanted-soil-chambers to purify inflowing wastewaters, and estimated a necessary size of the facilities.

**Key words:** Musashitomiyo, *Pungitius* sp., Toxicity evaluation, Wastewater, Slanted-soil-chamber method

\* Yokohama National University



[資料]

## 見沼田圃(たんぼ)における土地利用の変遷

嶋田知英

### 1 はじめに

埼玉県の東南部に位置し、大宮台地の谷底低地に広がる見沼田圃(たんぼ)は、東京都心から30km圏内にあるまとまった里地・里山の緑地空間として貴重な地域である(図1)。その約1,260haに及ぶ領域は、1958年9月の狩野川台風の際、全域にわたり湛水したが、その遊水地機能により下流域の市街地の浸水被害を低減したとして注目されることとなった<sup>1)</sup>。そこで、この約1,000万トンと言われる遊水池機能を保全するため、1965年には見沼田圃の宅地などへの農地転用を厳しく規制する「見沼田圃農地転用方針(見沼三原則)」が制定され、開発が厳しく抑制されてきた<sup>1)</sup>。その後、1995年には「見沼田圃農地転用方針」に代わり「見沼田圃の保全・活用・創造の基本方針」が制定され、治水機能を維持するという条件で、公園・緑地等への利用が図られる若干の規制緩和が行われたが、広大な都市近郊緑地として現在も維持されている<sup>1)</sup>。

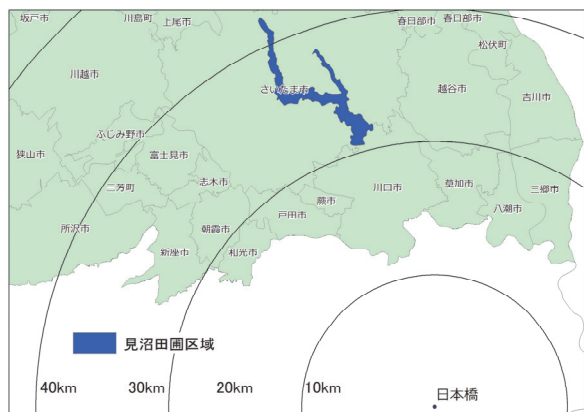


図1 見沼田圃区域とその位置

このような開発抑制は、当初の目的である遊水池機能の維持だけではなく、元々豊かな里地・里山の景観を有していた見沼田圃地域を、良好な野生動植物生息地として生物多様性を維持する役割も結果として担うこととなった<sup>2)</sup>。しかし、「見沼三原則」等は見沼田圃の遊水地機能の維持が主な目的であり、必ずしも里地・里山の景観の維持や生物多様性の保全を目的としたものではない。そのため、景観や野生生物を保全するための施策が積極的に進められてきたとは言えず、宅地や商業地への転用は厳しく制限されたものの、それ以外の用地への転換が進行した

ことにより野生生物の生息条件が大きく変化した可能性も考えられる。

かつて、見沼田圃に隣接するさいたま市緑区上野田には「野田のサギ山」として知られるサギ類の集団繁殖地(コロニー)があった。最も多いときには、サギ類の巣が5,000巣、羽数は20,000~40,000羽生息していたとされているが<sup>3)</sup>、1972年には野田のサギ山は消失した<sup>4)</sup>。その後、約4km離れたさいたま市緑区三室に形成された新たなサギ山も1978年には消失し、見沼田圃周辺から大規模なサギコロニーは完全に失われてしまった<sup>5)</sup>。このようなサギコロニーの消失は、営巣していた竹林が1965年に一斉に枯れたことや、農薬等の化学物質の影響、観光客による攪乱などにより引き起こされたとされているが、土地利用の変遷、すなわち、サギの餌場である水田などの減少も消失要因の一つであると指摘されている<sup>6)</sup>。

野生生物の生息を規定する要因は複雑であり、気象、地形、資源量(餌)、空間的連続性、種間の相互作用、人為的な影響など様々な要因が交錯している。特に人によって作られた二次的な自然環境である里地・里山に住む野生生物は、人間の活動による影響を受けざるをえないが、人間活動による自然環境の攪乱は必ずしも生物多様性にマイナスに働くわけではなく、適度な攪乱により豊かな生物多様性が維持されていることも多い。しかし、過度の攪乱は生物の生息環境を悪化させることにもなる。特に、見沼田圃で発生したサギ山の消失も、土地利用の急激な変化による可能性が示唆されているが、このような現象の要因を明らかにするためには、地域の環境変遷を定量的に把握することが重要である。そこで、本研究では、見沼田圃とその周辺の土地利用変遷を、地理情報システム(GIS)を用い整理・把握した。

### 2 方法

近年、様々な土地利用に関するGISデータが整備され、同一箇所の多時期データの入手も可能となりつつある。そこで、本研究では、特に空間分解能の高い「細密数値情報(10mメッシュ土地利用)」及び「数値地図5000(土地利用)」データを利用し、見沼田圃とその周辺地域の土地利用変遷を把握した。解析に使用したデータはいずれも国土地理院が三大都市圏(首都圏、中部圏、近畿圏)の



+69%)、次いで公園・緑地等の92ha(同+1598%)、道路用地の80ha(同+178%)、造成中地の80ha(同+799%)、その他の公共施設の72ha(同+172%)であった。また、住宅地や工業用地、商業・業務用地の面積に大きな変化はなかった(図6)。

見沼田圃区域内と、見沼田圃区域周辺の土地利用変遷の違いを知るため、見沼田圃区域内と見沼田圃周辺5kmバッファー内について、1974年と2005年の土地利用構成比を集計し、その間の構成比の差を算出した(図7)。その結果、見沼田圃区域内は、前述のとおり田及び空地の構成比が大きく減少し、畑地、公共施設が増加したのに対し、見沼田圃周辺5kmバッファー内の構成比の増減は、見沼田圃区域内とは異なり、一般低層住宅地や中高層住宅地、商業・業務用地などの開発用地が増加した。

表2 見沼田圃区域内の土地利用面積の推移 (ha)

土地利用分類	1974	1979	1984	1989	1994	2000	2005
中高層住宅地	0.4	0.7	0.4	0.5	0.9	2.0	1.8
公園・緑地等	5.8	20.4	45.0	55.9	82.4	102.1	97.7
造成中地	10.0	15.7	1.7	1.0	13.8	9.6	90.0
山林・荒地等	10.6	13.6	14.2	12.3	8.5	150.5	63.7
工業用地	10.8	10.6	11.9	10.8	13.1	14.0	12.3
商業・業務用地	12.7	12.4	15.1	17.0	12.8	11.3	14.3
一般低層住宅地	14.9	15.5	15.3	16.4	16.8	32.2	33.4
密集低層住宅地	19.3	23.6	23.0	22.8	22.5	1.7	1.8
その他の公共施設	41.7	50.0	68.8	81.9	103.7	102.3	113.4
道路用地	45.0	46.1	69.4	73.6	84.5	123.0	125.2
河川・湖沼等	99.0	93.3	88.6	89.6	91.7	112.7	106.7
空地	187.0	209.0	173.4	220.4	209.6	48.4	48.2
畑・その他の農地	271.9	385.5	406.9	404.8	400.3	443.3	459.1
田	534.5	367.2	330.0	256.7	203.0	110.5	96.0

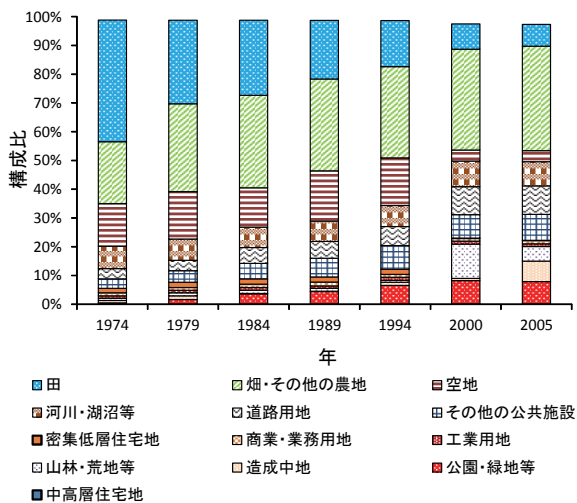


図5 見沼田圃の土地利用分類構成の変遷

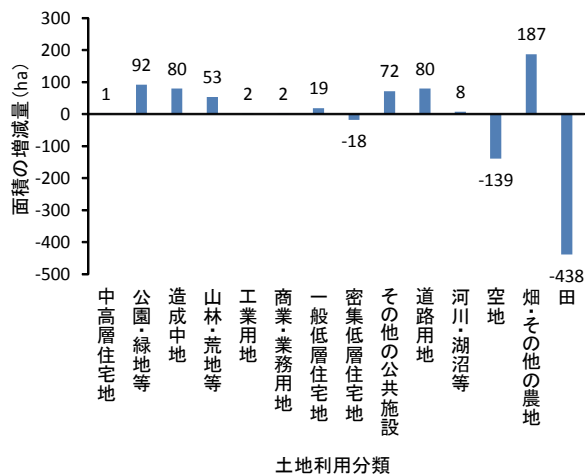


図6 1974年から2005年間の見沼田圃の土地利用分類別の増減量

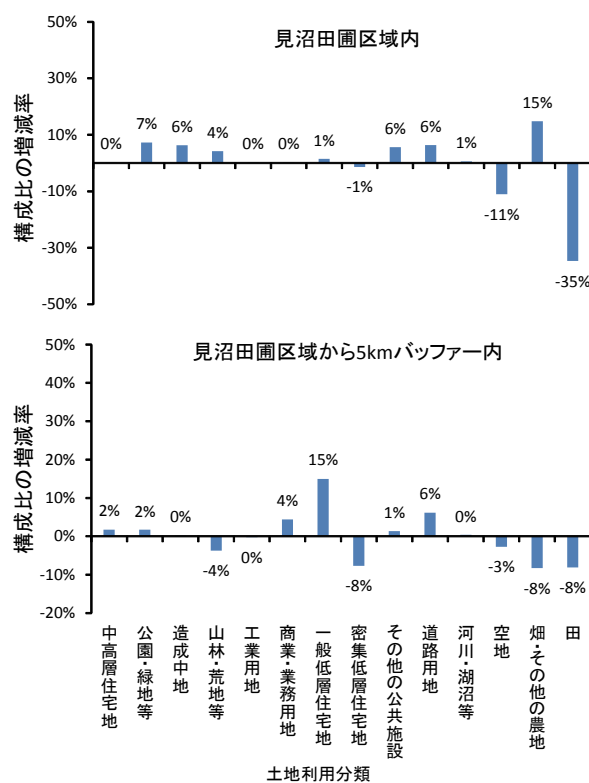


図7 1974年から2005年間の土地利用分類別の構成比の増減率

このように、見沼田圃区域内の土地利用は、周辺地域とは異なり、「見沼三原則」やその後の「見沼田圃の保全・活用・創造の基本方針」により、宅地や商業地への転換が抑制されてきた様子がGISを用いた土地利用変遷の把握によって明らかとなった。しかし、1974年から2005年間に、田や空地は、畑地や公園・道路などの公共用地に大きく転換し、大きな質的変化が生じたと言える。

このような土地利用の変化、特に水田面積の減少は、

生物多様性の温床であるウェットランドの減少を意味し、多くの野生生物の生息にマイナスの影響をもたらしたと考えられる。

#### 4 まとめ

都市近郊に残され、見沼三原則等で開発が抑制されている広域緑地である見沼田圃の土地利用変遷を、国土地理院の「細密数値情報(10mメッシュ土地利用)」及び「数値地図5000(土地利用)」データを用い定量的に把握した。その結果、1974年から2005年の間に、見沼田圃周辺区域(見沼田圃から5kmバッファー内)では、宅地や商業地への転換が多く見られたが、見沼田圃区域内では宅地や商業用地への転換が明らかに抑制されていたことが分かった。しかし、見沼田圃区域内の土地利用もその間大きく変化し、水田が大きく減少する一方、畑地や公園などの公共用地が増加し、質的には大きく変化していたことが明らかとなった。

---

#### 文 献

- 1) 埼玉県ホームページ(2013)見沼田圃の遊水機能、自然環境及び文化遺産, <http://www.pref.saitama.lg.jp/site/minuma/908-20091216-166.html>
- 2) 佐古井貞行(2004)生涯教育と見沼田んぼの教育的価値, 埼玉学園大学紀要(人間学部編), 4, 1-14.
- 3) 中西悟堂(1965)定本・野鳥記第7巻, 平野と島の鳥, 春秋社
- 4) 小杉昭光, 松田喬, 新屋敷信幸, 碓井徹, 園部浩一郎, 町田龍一郎, 山下修一(1976)サギ山実態調査報告, 浦和市教育委員会.
- 5) 小杉昭光, 松田喬, 小川均, 園部浩一郎(1979)サギ類およびその繁殖地実態調査報告, 浦和市教育委員会.
- 6) 成末雅恵(1992)埼玉県におけるサギ類の集団繁殖地の変遷, *Strix*, 11, 189-209.

[資料]

## 新聞記事データベースに見る「地球温暖化」の定着

嶋田知英

### 1 はじめに

今や、「地球温暖化」や「気候変動」といった用語は新聞やテレビをはじめ様々なメディアで日常的に使われ、社会的にも確実に定着している。また、メディアで広く使われているだけではなく、多くの人々にとっても馴染みのある言葉となり、概念もおおよそ共有されていると言っても良い。内閣府が2007年に実施した「地球温暖化対策に関する世論調査」では、「地球の温暖化、オゾン層の破壊、熱帯林の減少などの地球環境問題に関心があるか」という質問に対し、「関心がある」と答えた人は92.3%（「関心がある」57.6%+「ある程度関心がある」34.7%）にのぼり<sup>1)</sup>、「地球温暖化」を含む地球環境問題は広く人々に認知され、関心も高いとえる。しかし、「地球温暖化」や「気候変動」といった用語は、本来、学術用語であり、これらの言葉が広く使われ、環境問題として意識されるようになったのは決して古い話ではない。

では、いつ頃、「地球温暖化」や「気候変動」といった用語は使われはじめ定着したのだろうか。その過程を知る一つの指標として、本研究では社会を映す鏡ともいえる新聞記事における温暖化関連用語の出現頻度について、新聞記事データベースを用い推移を調査した。

### 2 方法

現在、日本の新聞各紙は、新聞記事データベースを構築している。このうち、朝日新聞、読売新聞、毎日新聞、日本経済新聞、計4紙の記事データベースを対象(表1)に、表2に示した気候変動に関連するキーワードを含む記事を検索した。検索対象は、見出し及び本文とし、対象としたキーワードが含まれる記事数を集計した。

また、新聞記事データベースで全文検索が可能となる1980年以前の動向を知るため、全文検索ではなく、設定されたキーワードのみに対する検索ではあるが、朝日新聞の新聞記事データベース(聞蔵IIビジュアル1945年～1984年)を対象に、設定されたキーワードに「温暖化」が含まれる記事の出現時期と内容を調べた。

表1 調査対象新聞記事データベース

新聞紙名	新聞記事データベース	期間
朝日新聞	聞蔵IIビジュアル	1985年～2012年
読売新聞	ヨミダス歴史館	1986年～2012年
毎日新聞	毎日Newsパックサービス	1987年～2012年
日本経済新聞	日経テレコン21	1980年～2012年

表2 検索対象としたキーワードと対象データベース

検索キーワード	対象データベース
温暖化	朝日新聞、読売新聞、毎日新聞、日本経済新聞
気候変動	朝日新聞、読売新聞、毎日新聞、日本経済新聞
異常気象	朝日新聞、読売新聞、毎日新聞
熱中症	朝日新聞、読売新聞、毎日新聞
温暖化&緩和策 クロス検索	朝日新聞、読売新聞、毎日新聞
温暖化&適応策 クロス検索	朝日新聞、読売新聞、毎日新聞

### 3 結果と考察

全文検索が可能となる1980年以前の新聞記事データベースである「聞蔵IIビジュアル1945年～1984年」を対象として行った調査の結果、キーワードに「温暖化」を含む最も古い記事は、1976年の「北半球の気温 温暖化が進行中?世界の学者、次々指摘 気象庁も『白書』見直しへ」という見出しの記事で、次いで、1977年には「炭酸ガスふえ気候異変 200年以内に危機 米で警告」という記事が掲載されていた。しかし、その後、1984年まで「温暖化」を含む記事の頻度は極めて低く推移した。

一部のデータベースで全文記事検索が可能となった1980年以降の、「温暖化」を含む記事の年間記事数の推移と、気候変動に関連する国際的なイベントや、国内の特異的な気候の動向を図1に示した。

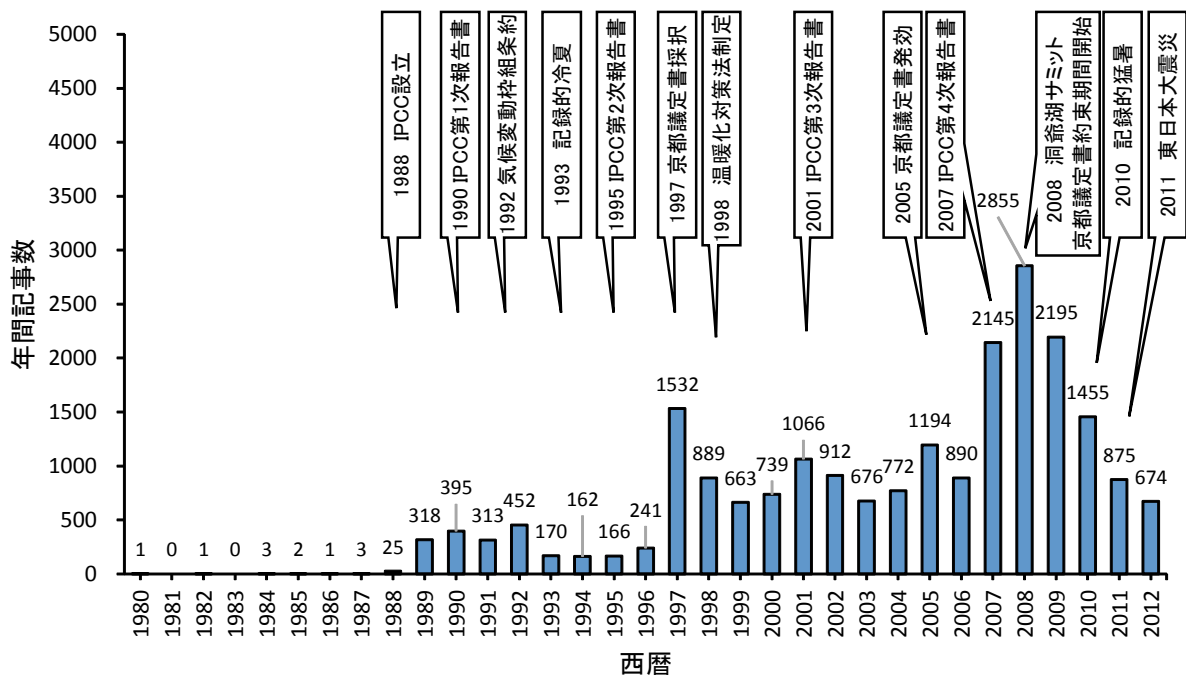


図1 キーワード「温暖化」を含む記事の出現回数の推移(1紙当たり記事数、1987年以降は4紙平均)

1987年までは、「温暖化」を含む記事の年間記事数は少なく、最大でも3件に止まっていたが、1988年になると「温暖化」を含む記事は急増し、1紙あたり約25件となり、翌1989年には300件を超えた。このように、1988年は日本の新聞で「温暖化」という記事が本格的に取り上げられる節目の年となった。これは、この年の11月に国連環境計画と世界気象機関により、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)が設立され、このことが、「温暖化」を本格的にマスメディアにデビューさせるきっかけになったと考えられる。その後、1990年にはIPCC「第1次評価報告書」が発行され、1992年には地球サミットで「気候変動枠組条約」が署名された。この間、「温暖化」を含む記事数は、年平均300件から400件台となり高頻度に推移した。このような気候変動に関連するビッグイベントが続けざまに行われたことで「温暖化」という現象や概念が広くメディアで紹介され、急速に社会に浸透したと思われる。1993年から1996年の間は、「温暖化」を含む記事数はやや少なくて推移したが、1997年の第3回気候変動枠組条約締約国会議(COP3)で「京都議定書」が採択されると、「温暖化」を含む記事数は激増し、1紙平均1,500件を超え、最初のピークを迎えた。翌1998年には記事数は半減したが、その後2006年まで、「温暖化」を含む記事数は、年平均600から1,100件台で推移し、高いニュースバリューを維持した。さらに、2007年のIPCC「第4次評価報告書」の発行と、2008年の洞爺湖サミットの開催及び京都議定書約束期間開始を迎えると、「温暖化」を含む記事は、1紙平均2,000件を超え、

第2のピークを迎えた。2011年に発生した東日本大震災以降、記事数は減少したが、それでも2012年まで年間600件を超える記事が掲載されており、一定のニュースバリューを維持していたといえる。

「気候変動」、「異常気象」、「熱中症」が含まれる記事数の推移を図2に、それぞれのキーワードの記事数と、「温暖化」を含む記事数との関係を図3に示した。「気候変動」の記事数は「温暖化」に比べ約20%と少なかったが、推移は「温暖化」とほぼ同様の傾向を示し、高い相関関係が認められた。このことは、「温暖化」と「気候変動」という単語が、同一の記事や文脈の中で用いられているためではないかと思われた。一方、「異常気象」の記事数は、「気候変動」に比べ「温暖化」とは関係性は低く、「気候変動」が頻出する年は、日本国内で記録的な冷夏や猛暑となった年にほぼ対応していた。また、「熱中症」についても、「温暖化」との関係性は低いが、1994年頃から明らかな増加傾向が認められた。これは、日本国内における暑熱(熱中症)による死亡者数は1994年を境にほぼ増加傾向にあるが<sup>2)</sup>、このことが、「熱中症」を含む記事数を増加させたのではないかと考えられた。

「緩和策」または「適応策」と、「温暖化」を組み合わせたクロス検索結果を図4に示した。全期間を通じ、いずれの記事数も年10件以下と少なく、温暖化緩和策、温暖化適応策ともに新聞記事としては極めて希なことが明らかとなった。このことは、温暖化対策として緩和策・適応策が明確には意識されておらず、社会的には十分認知されていない

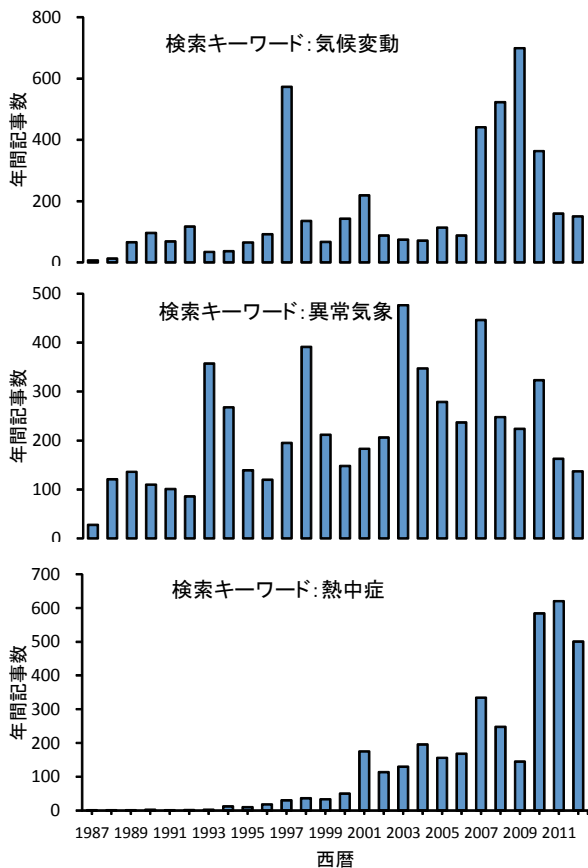


図2 各キーワードを含む記事の出現回数の推移

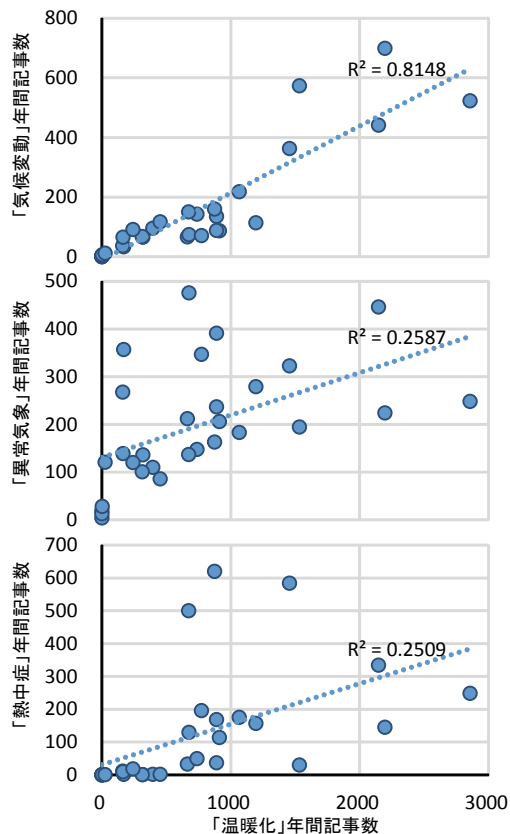


図3 「温暖化」を含む記事数と各キーワードとの関係

ないことを示していると思われた。とはいえ、IPCC第4次報告書が発行された2007年以降、掲載記事数は増加しており、徐々に普及しつつあるとも考えられた。

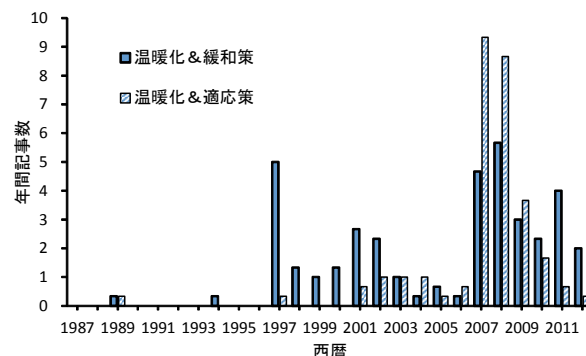


図4 キーワード「温暖化&緩和策」「温暖化&適応策」を含む記事の出現回数の推移

#### 4 おわりに

温暖化や気候変動に関連する用語が新聞記事に現れる頻度の推移を通し、地球温暖化問題の認知過程を整理した。今でこそ、地球温暖化は広く認知され、多くの人たちにとって共通の課題であると理解されているが、今回の結果を見ると、その過程には、IPCCの設立以降、多くの時間が費やされたことが分かる。また、広く報道され、そのことによって認知が進むきっかけとして、IPCCの設立や評価報告書の発行などが大きく貢献していたことも分かった。今後、重要性が増すと思われる「適応策」といった概念の認知は現状では十分ではないが、今後、このような用語も含め温暖化に関連する概念がどのように社会に浸透し、そしてそれが問題解決にどのように繋がってゆくのか注目したい。

#### 謝辞

本研究は、環境省環境研究総合推進費(S-8)により実施した。

#### 文献

- 1) 内閣府大臣官房政府広報室(2007)地球温暖化対策に関する世論調査, <http://www8.cao.go.jp/survey/h19/h19-globalwarming/>
- 2) 藤部文昭(2013)暑熱(熱中症)による国内死者数と夏季気温の長期変動, 天気, 60(5), 371-381.

[資 料]

## 市民の温暖化適応策に関する意識調査

嶋田知英

### 1 はじめに

温暖化対策には、温室効果ガスの排出量を削減する緩和策と、ある程度気温上昇が進むことを想定して悪影響を最小化する適応策があり、この2つの対策は車の両輪にたとえられている<sup>1)</sup>。しかし、これまで日本で行われてきた温暖化対策は主に緩和策であり、適応策への取り組みはほとんど行われてこなかった。そのため、適用策がメディアなどに取り上げられる機会も少なく、この言葉を多くの市民が耳にする機会も限られている。また、適応策の重要性や対象分野がどのように認知されているのかに関する情報も、ほとんど得られていない。一方で、緩和策が地球全体を対象とした国際的な取り組みが必要な対策であるのに対し、適応策は地域の状況に応じた対策が必要な地域が主体の対策であり、適応策の推進には住民による認知と理解、そして地域による活動が欠かせない。

そこで、市民の温暖化適応策に対する現状の理解を把握するため、埼玉県民を対象に意識調査を行った。

### 2 方法

埼玉県環境科学国際センターで県民向けに実施している出前講座などの機会をとらえ、その受講者を対象にアンケート調査を実施した。アンケートの設問は、温暖化適応策に関する設問を3問、回答者の属性に関する設問を3問設定した(図1)。なお、適応策の理解が不可欠な設問があるため、事前に、温暖化対策としての緩和策と適応策に関する基礎情報と、具体的な事例について情報提供した。

この質問票を2013年1月から2013年11月の間に行った計6回の出前講座の際、受講者を対象に配布し、その場で回答されたものを回収した。

回答者数は、表1のとおり計349名であったが、年齢構成を見ると、高齢者が多く、男女間にも偏りが見られた。そこで、埼玉県全体の年齢別構成とアンケート回答者の年齢構成の差を補正するため、年齢区分を20～30歳代、40～50歳代、60歳代以上の3区分に再分類し、各区分の回

答者数と、2013年1月の埼玉県の年齢別人口より補正係数を算出し(表3)、年齢区分別回答者数に補正係数を乗じて補正した後、集計を行った。なお性別による補正は行わなかった。

設問「温暖化適応策の認知について」、「緩和策と適応策の重要性について」の集計は、年齢補正を行った後に単純集計を行い構成比を算出した。また、設問「適応策対象分野の比較」については、最も重要だと考えた分野には5点を与え、それ以降の順位は1点ずつ減点し、それぞれ点数を与え、更に年齢補正を行った後、平均点を算出した。

表1 回答者の年齢別、男女別構成

年齢	男	女	男女合計
20歳代	2		2
30歳代	12	5	17
40歳代	13	2	15
50歳代	24	4	28
60歳代	118	106	224
70歳代	41	18	59
80歳以上	3	1	4
合計	213	136	349

表2 年齢区分補正係数

年齢区分	アンケート回答者数	埼玉県人口	アンケート回答者年齢構成比(A)	埼玉県年齢構成比(B)	補正係数(A)/(B)
20～30歳代	19	1855789	5.4%	31.1%	5.71
40～50歳代	43	1965657	12.3%	32.9%	2.67
60歳代以上	287	2146904	82.2%	36.0%	0.44

### 3 結果と考察

温暖化適応策の認知に関する問いの結果を図2に示した。温暖化適応策の認知については、「少し知っていた」が最も多く40%を占め、「だいたい知っていた」「よく知っ



温暖化適応策に関するアンケート調査

埼玉県環境科学国際センター

情報

温暖化対策には、温度上昇を食い止めようとする「温暖化緩和策」と、ある程度温暖化が進んでも、その悪影響を最小限にしようとする「温暖化適応策」があります。ここでは、主に温暖化適応策についてお聞きいたします。

・温暖化緩和策	温室効果ガスの排出を削減して地球温暖化の進行を食い止める、根本的な温暖化対策です。 化石燃料使用量の削減、再生可能エネルギーの推進、省エネルギー、炭素固定などがあります。
・温暖化適応策	温暖化がある程度進んだとしてもその悪影響を最小限にするための対策です。 高温耐性品種の育成、熱帯性感染症に対するワクチンの開発、高潮防止堤防の見直しなどがあります。

問1 あなたは「温暖化適応策」をご存じていたか。(〇は一つ)

よく知っていた	だいたい知っていた	少し知っていた	知らなかった
---------	-----------	---------	--------

問2 あなたは「温暖化緩和策」と「温暖化適応策」のどちらが重要だと思いますか。(〇は一つ)

緩和策が非常に重要	緩和策がやや重要	どちらも同じくらい	適応策がやや重要	適応策が非常に重要
-----------	----------	-----------	----------	-----------

問3 温暖化適応策の対象としてどの分野が重要だと思いますか。次の5つの中から重要だと思われる順に順位を記入して下さい。(一番重要なものを「1」とします)

	水資源分野	生態系分野	農業分野	防災分野	健康分野
対策例	渇水対策、節水機器の普及、節水意識の向上など	希少生物保全、シカ対策など	高温耐性品種育成、栽培地域の移動など	治水対策、高潮対策など	感染症ワクチン開発、熱中症対策など
順位					

問4 あなたの性別は。

男	女
---	---

問5 あなたの年齢は。

10代	20代	30代	40代
50代	60代	70代	80歳以上

問6 あなたのご職業は。

自営業・自由業	会社員・公務員	主婦・主夫	教職員
学生	無職	その他	

図1 適応策に関するアンケート調査 質問票

ていた」を含め、「知っていた」と答えた回答者は64%にのぼり、予想以上に高かった。これは、アンケートの前段で、適応策に関する基礎情報を提供したため、「適応策」という言葉を以前から知っていた回答者だけではなく、「適応策」という言葉は知らなかったが、適応策の考え方を知っていた回答者も「知っていた」と回答した可能性があり、適応策を知っていた比率が高まったのではないかとと思われる。また、出前講座の受講者は環境問題への関心が高いとも考えられ、このことが、認知度の高さにつながった可能性もある。しかし、いずれにしても、今回の調査では、適応策の概念の認知は過半数に達しており、比較的高かった。

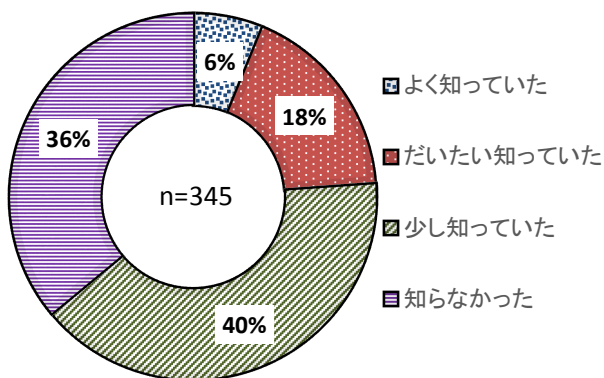


図2 温暖化適応策の認知について

緩和策と適応策のどちらの方が重要かという設問に対する結果を図3に示した。「緩和策が非常に重要」と「緩和策がやや重要」を合わせると47%にのぼり、一方、「適応策が非常に重要」と「適応策がやや重要」を合わせた回答は9%に過ぎず、適応策より緩和策の方がより重要だと考える傾向が明らかとなった。しかし、全体の44%は「どちらも同じくらい」と答えており、適応策の重要性もかなり認知されていることも伺われた。

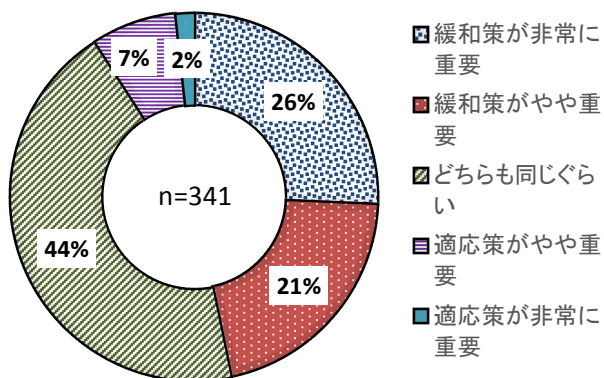


図3 緩和策と適応策の重要度について

適応策の対象分野として、水資源、生態系、農業、防災、健康の5分野について、その重要性に順位をつける設問の結果を図4に示した。水資源分野が最も重要だとする回答が最も多く、次いで農業分野、健康分野、防災と続き、生態系分野が重要だとする回答者が最も少なかった。このことは、市民が抱えている温暖化による悪影響に対し、どのような分野に不安を感じているのかをある程度反映したものだと考えられる

以上のことから、温暖化適応策に対する認知は、ある程度進み浸透しつつあり、適応策の対象分野として水資源分野や農業分野が重要だと考える人たちが多いことが分かったが、適応策そのものを知らない市民も多く、地域で、今後、適応策を積極的に推進するためには、さらなる認知の向上が必要だと考えられた。

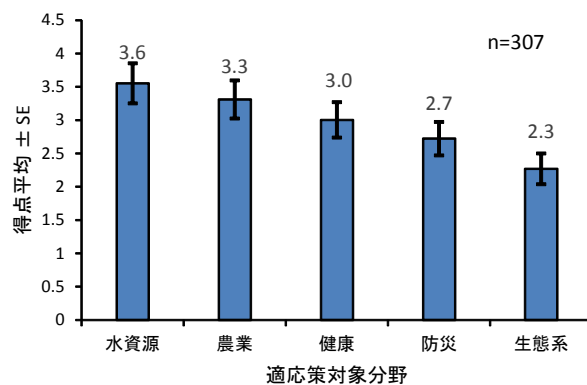


図4 適応策対象分野の重要度の比較

## 謝辞

本研究は、環境省環境研究総合推進費(S-8)により実施した。

## 文献

- 1) 法政大学地域研究センター(2012)適応策ガイドライン-適応策の検討手順とまとめ方Ver.1, [http://www.adapt-forum.jp/meeeting/pdf/20120719\\_02\\_2\\_tekiou\\_gudeline\\_ver1.pdf](http://www.adapt-forum.jp/meeeting/pdf/20120719_02_2_tekiou_gudeline_ver1.pdf)

[資 料]

## 埼玉県に生息する魚類の生息状況について

金澤光

### 1 はじめに

従来、埼玉県には豊かな自然環境があり、なかでも、河川湖沼、湿地や農業水利施設等の水辺及び水環境中には、地域特有の水生生物の個体群が生息していた。しかし、近年、水質汚濁や乱開発、都市化等により良好な自然環境が失われつつあることから、分布していると考えられている生物のうち、希少種、絶滅危惧種として指定されるものが増加した。魚類では、国指定天然記念物ミヤコタナゴは、1986年に滑川町で発見されて以降、自然界での生息は確認されていない<sup>1)</sup>。また、ゼニタナゴは、1988年に美里町で確認されてから現在まで生息が確認されていないなど絶滅に近い状況下の生物もいる<sup>1)</sup>。魚類の生息分布は、これまでに22科63種(福島、1978)<sup>2)</sup>、23科68種(金澤、1991)<sup>3)</sup>、20科64種(金澤、1997)<sup>4)</sup>が明らかにされていたが、その後の生息実態は明らかではない。

このような状況から、自然との「共生」を目指す本県にとって、長大な流域を持つ河川等、水環境中の生態系や水生生物の実態を継続的に把握していくことは重要である。

本報告の目的は、県内全域の魚類等の水生生物の生息実態、生息分布について、今までの報告や著者らが実施した長期にモニタリングの結果を整理することで、生物多様性保全のための基礎資料を得るものである。

### 2 方法

当センターでは、埼玉県における魚類等多様性モニタリング調査として、2005年4月1日から2010年3月31日まで本県全域の河川湖池沼を対象に、生息する魚類調査を、文献調査と併せて行った<sup>5-9)</sup>。さらに、埼玉県における回遊魚の遡上及び陸封に関する実態把握のために、2011年4月から2014年3月末まで本県に東京湾から遡上する魚類の種類、時期、遡上範囲等の実態を調査した<sup>10-12)</sup>。

本報告では、上記の2調査の他に、埼玉県内の魚類生息状況及び変遷(金澤、1997)<sup>4)</sup>を基に1921年から現在まで記録があった97種の魚類について、生息状況等をとりまとめた。

なお、文中には環境省の外来生物法<sup>13)</sup>の特定外来生物

及び要注外来生物の標記を引用した。また、在来種は本県に自然分布している種、国内外来種は本県に自然分布していない国内の他の場所に生息する種、国外外来種は日本以外に生息する種とした。

### 3 結果

生息魚類の変遷では著者が作成した表<sup>3)</sup>を改変して今回のモニタリング調査による情報を追加し、別表に整理して示した。社会情勢を反映し、調査報告数に変動があることから、確認種類が少ない年代もあるが、1951年以降は概ね種類数が増加している。この要因は、①調査精度の向上、②国外・国内外来種の増加、③ハゼ科魚類の増加等が考えられた。種類数に変化を与えるその他の要因として、コイ科在来種3種の絶滅と国内外来種の移植や放流種苗の混入後の未定着等が考えられた。

前記の当センターで実施した2調査により確認された魚類は22科71種であった。内訳は、在来種41種、国内外来種17種、国外外来種13種(特定外来生物5種、要注外来生物7種、国外外来種1種)であった。記録が残る1921年以降、97種の報告があり、上記71種の確認種と未確認26種(在来種11種、国内外来種6種、国外外来種8種、不明1種)について以下に生息状況等の詳細を示す。

なお、読者の便宜のために、以下に記載する魚種名の後ろに、別表で示した整理番号を括弧内に記載した。

#### 3.1 在来種

##### 3.1.1 ヤツメウナギ科

スナヤツメ(1)は、埼玉県希少野生動植物種の調査種に指定されており、利根川、荒川水系の極限られた水域のみ生息している。通常では確認しにくい魚種である。

カワヤツメ(2)は、ごく希に確認されることがあり、利根川の利根大堰、江戸川での採捕記録<sup>3)</sup>はあるが、本県が主な生息場所であることは少なくとも下流域に遡上しているものと考えられる。

##### 3.1.2 ウナギ科

ニホンウナギ(3)は、荒川下流域では専門に狙う釣り人が多く、太平洋沿岸のシラスウナギの漁獲量が減少しており、

本県でもシラスウナギは遡上しているが減少している。特に、河川横断物がある河川では遡上できずに、河川漁協の種苗放流によって維持されている水域が見られる。

### 3. 1. 3 キュウリウオ科

ワカサギ(4)は、利根川や江戸川、中川、荒川などに遡上しているが、その実態はこれまで明らかではなかった。著者は、2012年3月18日から4月2日に志木市荒川に遡上した258個体について魚体測定と性別判定、生殖腺重量を計測した結果、全長と体重の組成から全長10cm以下の0年魚(平均全長7.8cm、最大8.7cm、最小6.9cm)と全長10cm以上の1年魚(平均全長11.9cm、最大13.3cm、最小10.0cm)の異なる系群が確認された。東京湾から産卵のために本県の荒川に遡上するワカサギの知見はなく、これまで1年魚が遡上しているものと考えられていたが、この調査の生殖腺重量比(1個体の体重あたりに占める生殖腺重量の割合)は0年魚で♀平均23.4%、最大36.6%、♂平均3.3%、最大30.1%及び1年魚で♀平均29.9%、最大43.8%、♂平均3.5%、最大30.1%であり、成熟した個体が遡上し、産卵することで荒川の再生産に寄与しているものと考えられた<sup>11)</sup>。

### 3. 1. 4 アユ科

アユ(5)は、東京湾から天然遡上する稚アユが確認されている。利根川、江戸川、中川、大落古利根川、元荒川、綾瀬川、荒川、入間川、新河岸川、柳瀬川、黒目川、不老川、越戸川、鴨川、笹目川、新芝川など遡上阻害物がない河川ではほとんどで遡上している<sup>10)</sup>。

### 3. 1. 5 シラウオ科

イシカワシラウオ(6)は、1996年3月末に県生態系保護協会川口支部長らが戸田市彩湖で採集し、持ち込まれた冷凍2個体を著者が精査した結果、尾鰭基部に黒斑があることから本種と同定した<sup>4)</sup>。その後、採集記録はない。利根川下流では本種の生息は確認されている。

シラウオ(7)は、採捕および記録はなく、河口域付近に生息するものとする。東京湾では1964年以降生息は確認されていない。

### 3. 1. 6 サケ科

イワナ(9)は、秩父地域と入間川上流域に分布し、ニッコウイワナと言われる独特の朱色斑がある。度重なる他県産種苗放流等により、在来種が生息している水域は少なく、種としての保全が急務であり、溪流釣り場と分けて保全エリアを設けることが必要である。

ヤマメ(12)は、秩父地域、奥武蔵等に生息しているが、他県産種苗の度重なる放流で、在来種が生息している水域は少なくなっている。イワナ同様に保全エリアを設けることが重要である。

サケ(14)は、利根川が国内生息地の南限とされており、毎年、遡上している。近年は利根大堰魚道を遡上する本種が1万尾以上を記録されている。

### 3. 1. 7 コイ科

オイカワ(18)、ウグイ(20)は、生息域により増減はあるが、生息域に国内外来種のカムツ(16)が侵入しており、今後の生息分布を注視する必要がある。

マルタ(21)は、利根川水系の利根川や中川、荒川水系の荒川、新河岸川水系などで桜が開花する時期に遡上している。特に、新河岸川水系では不老川、黒目川、柳瀬川に相当数が遡上し、産卵している<sup>10,12)</sup>。産卵のために遡上する個体は全長30cm以上で、40cmを超える個体も見られる。本種の遡上個体を観察できる水域がある。柳瀬川では、富士見・志木市の富士見橋から志木大橋、上流では所沢・清瀬市の城前橋から金山橋間、黒目川では、朝霞市内の水道橋下流、浜崎大橋上流、新高橋上流、溝沼黒目橋下流、黒目橋下流、不老川では、川越市の新河岸川合流から上流の東武東上線鉄橋間である。河川により異なるが、3月上旬から遡上し、4月中旬から5月初旬まで産卵水域に留まり、その後川を下る。全長20cm程度の幼魚は秋ヶ瀬取水堰下流付近にまで回遊している。

アブラハヤ(23)は、極端に多い水域が見られるが、下流から上流まで分布している。著者は、1985年10月15日に狭山湖に流入する小川で本種に比べて尾柄部の幅が高く、同属のタカハヤと同定できる個体を確認した。その後は精査していないが、西田(2009)<sup>14)</sup>らは多摩川流域のアブラハヤのmDNA解析結果から上流では国内外来種のタカハヤがアブラハヤと置き換わって農業用水等に定着しているという。狭山湖の水源は奥多摩湖であり、タカハヤが侵入している可能性がある。また、新河岸川流域の黒目川支流ではタカハヤと本種の交雑種がみられる。

モツゴ(32)は、河川中下流域や湖池沼などに生息しているが、以前は生息していなかった秩父市の荒川まで生息域を拡大し、移植されたものと思われるが秩父湖にも生息している。

カマツカ(35)は、清流に生息するイメージはあるが、河川中下流域にも広く分布している。

ニゴイ(39)は、河川の中下流域に生息している。

コイ(40)は、コイヘルペスの影響で県内での放流と移動が禁止されているが、大量死は報告されていない。近年、河川で大型の本種や色鯉を見かけるが、飼育魚を放流することは生態系の破壊になり得ることから慎むべきである。

ギンブナ(41)は、生息数が減少している。ギンブナに混ざり捕獲されることがある。

ギンブナ(43)は、農業用水のコンクリート三面護岸化により、産卵場所や成育地が消失しており、減少している。

ヤリタナゴ(44)は比企郡の一部や東部、県南で確認されているがマニアによる放流が横行し、在来種が残っているかは明らかではない。早急に本種の保全を行う必要がある。

ミヤコタナゴ(45)は茨城県を除く、関東地方に分布し、神奈川県、東京都産は絶滅したと考えられている。本県では、1945年に羽生市新郷の合の川、1978年に所沢市柳瀬川で

確認されている。その後、1985年に柳瀬川で所沢市の教育委員会、保存会、著者らが漁獲調査を行った結果、採捕した魚類930個体のうち、ヤリタナゴが425個体で本種は確認できなかった。文化庁、故中村守純氏と協議したが保存会が所有する本種の個体は少なく、この時点で人工授精でしか所沢系を保存できる状況ではなかった<sup>15)</sup>。また、1986年に著者は、埼玉県天然記念物基礎調査<sup>1)</sup>で滑川町福田のかんがい用ため池3カ所で本種の生息を確認した。密漁やオオクチバスが確認されたことから、文化庁の許可のもとさいたま水族館に緊急避難し、系統保存を開始した。現在ではその系統が滑川町の戻され、繁殖展示されている。その後は記録がなく、本県から本種の野生種は絶滅したものと考えられる。

滑川町産の本種は、緊急避難として全数を取上、個体飼育したが、当時から懸案事項であった野生復帰への方策として、以前生息していた森林公園内のため池への産卵哺育貝と親魚移植など国、県、町が積極的に取り組むべき課題が上げられる。

タナゴ(47)は、確認できなかった。著者は30年以上本県魚類生息分布に関わっているが、文献では記録はあるが、現物を確認できないことから絶滅したものと考える。

ゼニタナゴ(51)は、著者が1988年に美里町のため池で確認した<sup>3)</sup>のを最後に、その後確認できなことから絶滅したものと考えている。

### 3. 1. 8 ドジョウ科

ドジョウ(55)は、一時減少したが、比較的広い範囲で確認されるようになってきている。

シマドジョウ(56)は、河川の中流域に生息している。

ホトケドジョウ(57)は、生息域が限られており、開発などで地域個体群が絶滅することが予測される。

### 3. 1. 9 ギギ科

ギバチ(60)は、河川中流域や分派する支流に生息している。ヤマメが生息できるダム湖にも生息している。

### 3. 1. 10 ナマズ科

ナマズ(62)は、産卵時期が本種を一番確認しやすい時期であるが、荒川では秩父市まで遡上している。支流の浦山ダムにも生息しているが遡上個体か放流個体かは明らかではない。

### 3. 1. 11 サヨリ科

クルマサヨリ(64)は、2009年4月26日に、荒川の秋ヶ瀬取水堰下流で全長15cmの個体を2尾確認した<sup>9)</sup>。本種はこれまで、採捕記録が少なく、過去に、江戸川や中川などで生息が知られているが、荒川では30年ぶりの確認であった。感潮域の護岸化など生息環境が破壊されて、激減した。確認した前日は降雨の影響で荒川が増水しており、濁りがある状況であった。また、同じ場所で2012年4月9日に1尾、同12日1尾、同25日2尾(平均全長18cm)がそれぞれ確認された<sup>11)</sup>。本種は秋ヶ瀬取水堰下流で9月まで見られる。

### 3. 1. 12 メダカ科

メダカ(65)は、減少したといわれているが、農業用水の通水時期には県内で多くの場所で見られている。激減している水域は水路のコンクリート三面張りで、落水後には乾田化する場所であり、生息空間が確保されていない場所も見られる。近年、大量のメダカを小中河川や農業用水路で見かけることが多くなってきた。これは養殖されたメダカが放流され、本来、本県に生息しているメダカは南日本集団に分類され、養殖種と交雑して本種が減少する傾向にある。メダカの放流は、在来のメダカが持つ遺伝的特性を攪乱するおそれがあり、他水系や繁殖種を放流することは慎むべきである。メダカの放流されていない水域では、用水の細流など上流部に残された本種を保護することが望ましい。

### 3. 1. 13 トゲウオ科

ムサシトミヨ(67)は、埼玉県が水源を維持しており、生息域は約2kmである。約400mの県天然記念物指定区域とその下流域に生息しているが生息環境等の悪化により、生息が確認できない水域が見られている<sup>16,17)</sup>。

### 3. 1. 14 ボラ科

ボラ(69)は、春先に荒川などの河川に大量の稚魚が遡上してきている。稚魚や成魚も周年、感潮域で確認されている。

メナダ(70)は、荒川の下流域で確認されているが本県では確認されていない。

### 3. 1. 15 スズキ科

スズキ(74)は、春先に荒川などの河川に稚魚が大量に遡上している。荒川や中川では大型の個体は、稚アユの遡上に合わせて河口から遡上してきている。

### 3. 1. 16 ハゼ科

スジハゼ(81)は、河口域に生息する種であるが、半世紀以上確認されていない。

アベハゼ(82)は、八潮市の中川などの感潮域で確認されている。河口の汽水域に生息して、有機物が堆積して臭気があるような泥底を好み、人的な汚染にも強いといわれている。また、冬期に再度調査した結果、本種が確認された。本種は河口付近まで降海し越冬することが考えられたが、この生息地で越冬していることがわかった<sup>7)</sup>。

ゴクラクハゼ(83)は、半世紀以上確認されていない種であり、下流域の生息環境が改善されていないのか、ヨシノボリ類の誤同定なのか明らかではない。

オオヨシノボリ(84)は、部分的に生息が確認されているが、荒川や利根川のヨシノボリ類を精査すれば、分布域は広がる可能性がある。

トウヨシノボリ(85)は、ごく普通に見られるヨシノボリの代表種である。

チチブ(86)は、河川の河口域に生息し、純淡水域にまで遡上すると言われているが、荒川や中川などの下流域を調査したが確認できず、本県では採捕されることはほとんどない。これまでのハゼ科の報告(金澤、1991)<sup>3)</sup>ではチチブはヌ

マチチブとチチブを総称して記載していたが、ヌマチチブが新しい学名になったことから分けて分類した<sup>18)</sup>。

ヌマチチブ(87)は、河川中流域や湖沼などで確認される陸封型と感潮域で見られる降海型が生息している。利根川では、河口から200km上流で陸封個体が繁殖している。

シモフリシマハゼ(88)は、感潮域で最近よく見かける種である。

ビリンゴ(89)は、その生息場所は河口付近の干潟が中心であり、本県の水域に遡上することは希である。

ジュズカケハゼ(90)は、著者が1985年に志戸川で採捕した個体が県内初記載である<sup>2)</sup>。それ以前は、ヨシノボリ・ゴクラクハゼ等の誤同定があったものと思われる。日本産ジュズケカハゼ種群は、広域分布種、鳥海山周辺固有種、富山固有種、関東固有種の4種が確認されている。このうち、本県に生息するのは広域分布種と関東固有種の2種である。広域分布種は関東・北陸地方以北に分布し、平野部の湖沼や河川下流域に生息する。関東固有種は環境省改訂レッドリストのウキゴリ属1種(ジュズカケハゼ関東型)に相当し、関東の那珂川、利根川、荒川、多摩川の4水系の中流域に分布する<sup>19)</sup>。原因は明らかではないが生息分布は近年拡大している。

ウキゴリ(91)は、荒川の秋ヶ瀬取水堰下流や新河岸川流域などの感潮域で春に大量遡上する個体が確認されているが陸封された個体が荒川では秋ヶ瀬取水堰上流部、利根川では利根大堰上流部で生息している。また、比企郡のため池でも本種が陸封個体として繁殖している水域が見られる<sup>6)</sup>。

スミウキゴリ(92)は、荒川の秋ヶ瀬取水堰下流や新河岸川水系で確認された。本種は、感潮域で近年、生息が確認されるようになった種で、ウキゴリに混じり確認された。本種とウキゴリが混生する水域では、本種が上流域に分散する傾向が見られる水域があった。

エドハゼ(93)は、半世紀以上確認されていない。荒川では河口から上流約20kmで都県境になり、感潮域でもあり、ハゼ科魚類が大潮時の上げ潮で移動してくる可能性もあるが本種の本来の生息場所は河口域である。

マハゼ(94)は、荒川、新河岸川、中川などの感潮域でよく見られる。また、江戸川は防潮堤があり、旧江戸川の閘門から遡上した個体が本県で見られる。春先に大量の稚魚が遡上している。

アシシロハゼ(95)は、荒川、新河岸川、江戸川などの感潮域に生息している。荒川や江戸川では5月末頃から成熟した個体が確認されている。

アゴハゼ(96)は、半世紀以上確認されていない種である。沿岸の潮だまりなどが主な生息場所であり、本県は主な生息地ではないと考える。

### 3. 1. 17 カジカ科

カジカ(97)は、荒川水系の荒川、入間川、越辺川、高麗

川、都幾川、槻川、利根川水系の利根川、神流川、小山川などの中流域とその支流で確認されている。本種は陸封された大型卵とされている。

## 3. 2 国内外来種

### 3. 2. 1 サケ科

アメマス(8)は、2007年9月25、26日に荒川上流域の秩父市滝川で、在来種の斑紋と体色が異なる個体を数尾採捕した。形態的には、産地不明なイワナもしくはアメマスで、秩父のイワナはニッコウイワナと言われる独特の朱色斑があるが、確認された個体はすべて白斑であり、アメマスが一部の支流に源頭放流されて繁殖していることがわかった。在来種との交雑は明らかではないが、生態系を破壊する行為はやめるべきである。滝川のイワナが絶滅するおそれがあることから、根絶すべき魚である。

アマゴ(13)及びヒメマス(15)の生息は確認できなかった。ヤマメの放流でアマゴが混入することがあり、他県産種苗の放流には注意が必要である。

### 3. 2. 2 コイ科

カワムツ(16)は、*Zacco*属の1種類であったが、2008年に新属の*Nipponocypris*属に移され、カワムツ(16) *Nipponocypris sieboldii* とヌマムツ(17) *Nipponocypris temminckii* に分かれた<sup>20)</sup>。このカワムツとヌマムツは遡上力があり、高麗川では越辺川合流付近から上流の西武鉄道西武秩父線正丸駅前の堰堤下まで分布し、ヤマメの生息域まで生息範囲を拡大している。入間川では遡上を阻害する河川横断物の堰堤があり、上流への侵入は少ないと考えていたが、旧名栗村の名郷付近にまで生息範囲を拡大している。市野川では越辺川から取水している長楽用水を經由して、市野川に侵入していると思われる。市野川でもこの2種は確認されている。さらに、市野川で繁殖した個体が増水時に荒川に押し流されて、荒川本川でも繁殖するようになった。また、入間川を降下したカワムツが荒川本流を遡上し繁殖することも考えられる。近い将来、秩父市まで繁殖が可能になる。オイカワに置き換わることも予測されることから、この2種については駆除すべき魚種である。

ハス(19)は1955年頃に琵琶湖産稚アユ種苗に混入して、一時は生息分布を拡大していたが、現在では減少する傾向にある。コクチバスなど魚食魚との餌の競合の影響かは明らかではないが減少している。

エゾウグイ(22)は、採捕記録はないが、ウグイの増殖用として河川漁協の放流種苗や市町村の放流により、本種が混入されることが予測されることから、県外産もしくは他水系産の種苗など不用意な放流にならないように留意することが必要である。

ワタカ(26)は、局地的に繁殖しており、湖沼などの止水域や 県南東河川を中心に繁殖している。本種は水産試験場が移植したものであるが、水産的な利用はされていない。

タモロコ(29)は、在来種である可能性はあるが、ここでは、国内外来種とした。止水域よりも農業用水など流れが多少ある場所を好み、繁殖している。在来種に与える影響は明らかではないが、農業用水では、優占種になっている場所が見られる。

ホンモロコ(30)は、水産試験場が移植したものが寄居町円良田湖で繁殖が確認されている。近年では、本県の雑魚を食す習慣から、食用魚の需要が高く、水田養魚として養魚農家が養殖している。これらの魚が排水路を経由して自然界に逃げ出すことが予測され、将来的には、河川でホンモロコが繁殖することになる。養殖魚全般に言えることであるが、養殖池から排水が直接河川に放流することなく、極力逃げ出さないように自己責任で整備すべきである。

ムギツク(31)は荒川の中流域・越辺川・高麗川で繁殖している。平水時では確認は難しいが、増水時には採捕される個体数は多くなる。

ビワヒガイ(34)は産卵哺育貝の生息している水域に生息域が限定されており、生息域を拡大することなく、繁殖している。

ツチフキ(36)は農業用水路の改修工事などでコンクリートの三面護岸工事が進行し、生息できる底質が減少している。また、ツチフキ自体、生息数が多い魚種ではなく、以前に比べると減少していると考えている。

ゼゼラ(37)の生息数は少なく、採捕される場所が現在も限定されている。

スゴモロコ(38)は本県では江戸川経由で生息域を拡大した<sup>3)</sup>。現在まで、利根川水系以外に、荒川水系にも分布し、荒川では繁殖が顕著である。下流から中流域まで繁殖が可能であり、荒川では熊谷付近まで分布域を拡大している。今後も繁殖域が拡大されることが予測され、注視する魚種である。

ゲンゴロウブナ(42)は1950年代から河川漁協等が度重なる放流を行い、秩父湖の寒冷地を含む県内全域に分布しているものと考えている。コイなどと同じ産卵形態であり、産卵期には大量の親魚が河川を遡上している。食性が類似する他のコイ科魚類への影響も考えられるが、放流されている場所がへら釣り場に限らず、一般河川であり、多くが繁殖している。

イチモンジタナゴ(48)は本県は自然分布域ではなく、採捕記録がない。

アカヒレタビラ(49)は利根川以北に分布し、埼玉県レッドデータブック(以下:県RDB)<sup>21)</sup>に記載されているが、これまでに確認したことがなく、採捕記録もない。タナゴ釣り場ではアカヒレタビラの情報は少なかった。釣りマニアにより、霞ヶ浦から釣獲したアカヒレタビラやタナゴが放流されたり、ペットショップで容易に入手できることからそれらのタナゴが放流されたことが現状であろう。本種が本県に生息分布していた可能性は生息情報からも極めてないと考える。ここでは、国内外

来種として扱う。

カネヒラ(50)は、自然分布ではなく故意に放流されて、ため池等で繁殖した経緯がある。タナゴ類の生存は、ため池や河川では産卵哺育貝が生存できる環境が維持されることが必要条件となる。現在では入間川流域の田園地帯で確認され、繁殖しているものと思われる。

### 3.2.3 その他の国内外来種

ギギ科ギギ(59)もコイ科ムギツクと同様な水域で繁殖しており、経年的に確認されていることから今後は生息範囲を拡大することが予測される。同属のギバチとの生息場所や産卵場、餌料など競合して、ギバチが融合され減少することも予測される。

アカザ科アカザ(61)は、局地的に繁殖した種であり、利根川水系で現在も確認されている。自然分布ではないことから、極端に増える傾向は見られないが、生息域のギバチなどと餌料や生息場所が競合して生態系に与える影響が危惧されている。

カワアナゴ科カワアナゴ(79)は、採捕記録が少なく、本種は千葉県から種子島に分布している。生息記録では栃木県からの報告があるが、自然分布かどうか疑問であるという。利根川では、茨城県神栖市で1964年から1966年の秋に採捕された報告が残る<sup>22)</sup>。本種は利根川の河口から約120km上流で2005年7月4日と14日に合計12匹を確認した。そのうち11匹の平均全長は23.4(26.7~19.5)cm、同体重は131(195.6~64.1)gであった<sup>4)</sup>。また、2012年8月には、荒川の戸田市で6個体を確認した。形態を精査したところ、成熟した個体であり、雄1個体は婚姻色を呈し、雌5個体は抱卵していることから腹部に膨らみがあった。魚体測定では雌(全長22cm、体重110g)、雄(平均全長23.4cm、平均体重153g)であった<sup>11)</sup>。荒川の生息記録は初記載である。国内外来種か在来種か明らかではないが、過去の生息記録には記載されていないことから国内外来種として扱う。

ドンコ科ドンコ(80)は、採捕記録はなく、国内外来種とした。

## 3.3 国外外来種

### 3.3.1 特定外来生物

国外外来種では、特定外来生物のオオクチバス(75)、コクチバス(76)、ブルーギル(77)、イクタルス科チャネルキヤットフィッシュ(63)、カダヤシ科カダヤシ(66)の5種と要注意外来生物のサケ科ニジマス(11)、コイ科タイリクバラタナゴ(46)、ソウギョ(24)、アオウオ(25)、オオタナゴ(52)、ドジョウ科カラドジョウ(58)、タイワンドジョウ科カムルチー(72)の7種、外来種コイ科ハクレン(28)1種の生息が確認された。ハクレンを除く、これら12種は在来種の捕食、魚卵の捕食、底生小動物の捕食、天然餌料の競合、在来種の駆逐、産卵場の破壊、交雑による遺伝的攪乱等により本県の魚類資源への影響は脅威的なものである。特定外来生物のサンフィッシュ

ユコオクチバス(75)は、1970年代には児玉郡市のため池で繁殖しており、その後、ため池や河川にまで生息範囲を拡大している。秩父地域の寒冷地を除き、ほとんどの水域に生息している<sup>4)</sup>。

コクチバス(76)は1995年に著者が戸田市彩湖ではじめて確認した<sup>23)</sup>。同湖で1999年に再確認され、その後2000年には荒川、入間川、越辺川で相次いで確認された。2001年には入間川支流の有間ダムで繁殖を確認し、2002年5月には群馬県境神流湖で群馬県水産試験場により生息が確認された。その後、2005年には荒川中流域の熊谷で確認し、寄居町玉淀ダムまで生息範囲を拡大した。2010年8月24日には秩父湖で水質異常事故が発生し、へい死魚の判定から本種を確認し、10月1日に秩父湖で生息を確認した。オクチバスが生息できなかった冷水や流水域にまで生息が可能であり、上流域で定着することで秩父のカジカ、イワナ、ヤマメなどの冷水性魚類資源への影響が懸念される。脅威であるとともに駆除して根絶しなければならない。

ブルーギル(77)は1983年に著者が中川で確認した。同時期に岡部町のため池で繁殖を確認している<sup>4)</sup>。寒冷地には生息できないものと考えられていたが、結氷するため池にも生息しており、現在では、山間地域を除き、生息しているものと思われる。生息量には増減はあるが、絶滅している水域は見当たらない。

イクタルス科チャネルキャットフィッシュ(63)は、県水産試験場が日本産のナマズの代用として導入した養殖種(アメリカナマズ)で採卵や稚魚の餌付けが容易で、養殖魚として技術開発して普及した時代があった。また、普及する段階で本県の江戸川流域の養殖場から逃避したことがある<sup>4)</sup>。その養殖技術が普及し、茨城県霞ヶ浦の網いけすで生産されるようになり、網いけすから逃避した個体が繁殖したことが推察される。水生小動物などを捕食する雑食性で、胸びれに丈夫で鋭い棘を持ち、カワウが飲み込んででもはき出す所を目撃したことがある。本県では江戸川、荒川、入間川などで生息しており、霞ヶ浦のように大量に繁殖する兆しは見られないが、注視しながら駆除すべき魚種である。

カダヤシ科カダヤシ(66)は、特定外来生物であるが、繁殖力は旺盛で生息範囲を拡大している。一例として、2009年度に初めて確認された県北の河川がある<sup>24)</sup>。毎年調査を行ってきたが、突然出現した種である。この河川にはメダカが生息しているが、カダヤシとメダカの総採捕尾数に占めるカダヤシの割合は、2009年度が21.3%、2010年度が38.9%、2011年度71.4%、2012年度49.5%、2013年度は55.3%を占めて、カダヤシの繁殖力は旺盛であり、メダカが駆逐されつつある<sup>25)</sup>。日本で繁殖しているカダヤシは、北アメリカ原産で冬の低水温にも耐えることが可能で、水質汚濁にも比較的強く、特別な産卵場を必要としないことから都市近郊河川などに定着し、生息分布を拡大して在来種のメダカが減少する恐れが危惧されている。県北河川でカダヤシが繁殖している

背景として、越年できる河川水温が確保されていることがある。この河川の上流には浄化用地下水放流があり、カダヤシが確認されている地点はその下流にあたる。河川水温は、カダヤシが確認されていない上流河川よりも確認されている地点では冬季でも3.4~4.4℃高く推移し、地下水放流が河川水温を上昇させている。メダカの生息域にカダヤシが侵入し、生息環境は劣悪であると思われるが、メダカの生息数が極端に減少していない。この理由として、市民がメダカを調査河川に放流している可能性ある。メダカは環境省レッドリスト(1999)に掲載されたことで各地で保護する目的の繁殖放流が行われるようになった。この河川ではヒメダカや白メダカ、体型が寸詰まりの金魚型のメダカが採捕されることがある。また、2012年度に採捕したメダカを飼育し、自然交配させたところ2世代でヒメダカが出現し、先祖返りであることから飼育個体が放流されたものと考えられた。メダカなどの在来種は、その地域特有の系統が長い年月をかけて保存されている。別の水系や他県産のメダカの放流は、その地域特有の系統を攪乱する恐れがあることから控えるべきである。

### 3.3.2 要注意外来生物

要注意外来生物では、サケ科ニジマス(11)は、度重なる河川放流が続いているが、再生産は確認できなかった。ヤマメ生息域では、稚魚の捕食や産卵床を荒らすなど生態系への影響が危惧されている。

カワマス(10)は、1935年、1957年に移植された経緯はあり、1970年代に安谷川、横瀬川、三沢川、谷津川、大洞川で確認された。その後は生息の記録はない。

コイ科タイリクバラタナゴ(46)は、生息範囲が狭まり、生息場所が限定されつつある。繁殖に必要な産卵哺育貝が棲める生息環境が劣悪しており、増える要素は少ない。

コイ科オオタナゴ(52)は、中国から輸入した雑魚(中国産モツゴ)に混入したものを選別して繁殖させたといわれている。タナゴ類の中では婚姻色が他のタナゴよりも綺麗でないことから放されたものが増えていると考える。コイ科タイリクバラタナゴ(46)がソウギョ類の種苗に混入して日本に侵入したことによく似ている。本種の生息分布拡大により、在来のタナゴ類に与える影響は計り知れないものがあり、利根川流域で繁殖していることから江戸川や荒川への侵入が危惧され、生息分布の拡大など注視が必要である。

コイ科ソウギョ(24)、アオウオ(25)は、ともに自然界での生息数は多くはないが、利根川では例年、産卵しており、その流下卵を採集してふ化仔魚を同定すると9割以上をハクレンが占めている<sup>26)</sup>。流下卵をふ化させて養成することで魚種組成は把握できるが、共食いが旺盛で、サイズを揃える選別作業や管理を十分行うことでソウギョ、アオウオ、コクレンが出現する。

ドジョウ科カラドジョウ(58)は、中国産のドジョウで、在来種に比べてロヒゲが長く、尾柄部の体高が高い。体色に縦模様やスポットが点在し、ドジョウにある尾鰭基部上部の暗斑が



ない。本県は天然ドジョウの漁獲量が全国上位にランクされていたが、漁獲量の減少に伴い、中国産ドジョウを導入した。結果的には安価なドジョウは骨が硬いカラドジョウであり、食用に向かなかったことから、川に放されたものが繁殖したといわれている<sup>27)</sup>。在来のドジョウを選別するだけでも一苦労なほどに未だに継続的な繁殖を繰り返している。

タイワンドジョウ科カムルチー(72)は、産卵する池などの止水域が消失し、減少する傾向にある。

タイワンドジョウ(73)は確認できなかった。

### 3.3.3 国外外来種

国外外来魚では、コイ科ハクレン(28)は国内で利根川だけで自然繁殖している。毎年、6～8月の降雨後の増水時に産卵する<sup>28)</sup>。水質浄化用にあオコ等の植物性プランクトンを捕食させるために放流されている水域もみられる。

コクレン(27)は、動物性プランクトンを捕食し、生息数は極めて少ない。自然界では確認されることは希であるが、利根川で産卵した流下卵をふ化させて養成することで、出現することがある。今回の調査では確認できなかった。

コイ科のテンチ(53)とオウシュウグイ(54)は、遊漁対象魚として川越市伊佐沼などに移植されたが、定着はしていない。

トウゴロウイワシ科ペヘレイ(68)は、遊漁対象魚として荒川などに移植されたが、定着はしていない。

カワズメ科テラピア・モザンビカ(78)は、秩父地域の池に生息していたもので、現在では確認されていない。

### 3.4 自然分布として疑わしい種

自然分布として疑わしい種は、コイ科シナイモツゴ(33)で、東京都水元公園の小合溜に記録が残り、昭和初期には極めて普通に見られていたが、1942頃を最後に生息が絶えたという<sup>29)</sup>。近隣する生息地は、群馬県館林市の城沼の記録がある。モツゴとの競合により減少・絶滅している地域もあるが、モツゴは本県では在来種であり、隣接する大場川や中川などで普通に見られる魚である。このような環境下でモツゴと競合して生息していたとは考えられず、小合溜では隔離された止水域にのみ生息していたものと考えられる。県RDB<sup>21)</sup>の絶滅種になっているが、本県では生息の記録が見当たらない。本県への生息の有無については、今後精査が必要である。

## 4 考察

本報告では、本県の魚類の生息現状は22科71種の生息魚を確認できた(別表)。経年的な生き物のモニタリングは必要不可欠であり、その時々の中の水の環境を反映するものである。

絶滅種および保護や保全を要する魚種は次のとおりであ

る。絶滅した種はコイ科ミヤコタナゴ(45)、タナゴ(47)、ゼニタナゴ(51)の3種、希少種として保護や生息場所の保全が必要な種は、トゲウオ科ムサシトミヨ(67)、コイ科ヤリタナゴ(44)、ドジョウ科ホトケドジョウ(57)、ヤツメウナギ科スナヤツメ(1)、サケ科サケ(14)の5種、また、遊漁資源として一部を利用しながら保存、保全する魚種は、ヤマメ(12)(秩父系在来系統)、ニッコウイワナ(9)(秩父系在来系統)の2種があげられる。さらに、生息状況を注視すべき種としてギギ科ギバチ(60)、メダカ科メダカ(65)の2種である。この中で、絶滅の危機に瀕し、近い将来に絶滅のおそれがあるのはコイ科ヤリタナゴ(44)である。本県の在来タナゴはミヤコタナゴ(45)、ヤリタナゴ(44)、ゼニタナゴ(51)、タナゴ(47)の4種であり、本種を除く3種が既に絶滅しており、本種は早急に保護、保全策を講じなければ、埼玉系は絶滅する可能性が極めて高いと考えられる<sup>30)</sup>。

## 文 献

- 1) 金澤光(1990)埼玉の希少動物、魚類、天然記念物基礎調査報告書、埼玉県教育委員会、30-35.
- 2) 福島義一(1978)埼玉の魚類・円口類 埼玉県動物誌、埼玉県教育委員会、107-135.
- 3) 金澤光(1991)埼玉県に生息する魚類の総括的知見、埼玉県水産試験場研究報告、50、92-138.
- 4) 金澤光、田中繁雄、山口光太郎(1997)埼玉県の生息魚類の分布について、埼玉県水産試験場研究報告、55、62-106.
- 5) 金澤光、小川和雄、嶋田知英、三輪誠(2006)埼玉県における魚類等の多様性モニタリング調査、埼玉県環境科学国際センター報、6、82.
- 6) 金澤光、栗原拓夫、小川和雄、嶋田知英、三輪誠(2007)埼玉県における魚類等の多様性モニタリング調査、埼玉県環境科学国際センター報、7、91.
- 7) 金澤光、栗原拓夫、小川和雄、嶋田知英、三輪誠(2008)埼玉県における魚類等の多様性モニタリング調査、埼玉県環境科学国際センター報、8、147.
- 8) 金澤光、小川和雄、嶋田知英、三輪誠(2009)埼玉県における魚類等の多様性モニタリング調査、埼玉県環境科学国際センター報、9、135.
- 9) 金澤光、増富祐司、嶋田知英、三輪誠(2010)埼玉県における魚類等の多様性モニタリング調査、埼玉県環境科学国際センター報、10、118.
- 10) 金澤光、三輪誠、王効挙、米倉哲志(2012)埼玉県における回遊魚の遡上および陸封に関する実態把握、埼玉県環境科学国際センター報、12、115.
- 11) 金澤光、三輪誠、王効挙、米倉哲志(2013)埼玉県における回遊魚の遡上および陸封に関する実態把握、埼玉県環境科学国際センター報、13、120.
- 12) 金澤光、三輪誠、王効挙、米倉哲志(2014)埼玉県における回

- 遊魚の遡上および陸封に関する実態把握, 埼玉県環境科学国際センター報, 14, 114.
- 13) 環境省自然環境局, 外来生物法, <http://www.env.go.jp/nature/intro/outline/law.html>.
- 14) 西田一也, 佐藤俊幸, 千賀裕太郎 (2009) 多摩川流域における国内外来種タカハヤの分布と定着—mtDNA解析によるアブラハヤとの判別結果から—, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 2009, 774-775.
- 15) 金澤光 (1986) 埼玉県の希少動物 (希少魚の保護), 埼玉の文化財, 埼玉県文化財保護協会, 26, 4-22.
- 16) 金澤光 (2009) シリーズ・Series 日本の希少魚類の現状と課題, ムサシトミヨ: 世界で唯一熊谷市に残った魚, 魚類学会魚類学雑誌, 56(2), 175-178.
- 17) 県環境部みどり自然課, ホームページ, ムサシトミヨ, 希少野生生物保護事業報告書, <http://www.pref.saitama.lg.jp/site/sub-tayouseihozen/musasitomiyo-top.html>.
- 18) 明仁親王他 (1984) ハゼ亜目, 日本産魚類大図鑑, 東海大学出版, 228-276.
- 19) 向井貴彦, 渋川浩一, 篠崎敏彦, 杉山秀樹, 千葉悟, 半澤直人 (2010) シリーズ・Series 日本の希少魚類の現状と課題, ジュズカケハゼ種群: 同胞種群とその現状, 魚類学会魚類学雑誌, 57(2), 173-176.
- 20) 渡辺昌和, 水口憲哉 (1988) カワムツの2型について-I. 形態, 1988年度日本魚類学会年会講演要旨, 12.
- 21) 埼玉県 (2008) 埼玉県レッドデータブック2008動物編
- 22) 明仁親王 (1967) 日本産ハゼ科魚類カワアナゴ属の4種について, 魚類学雑誌, 14(4/6), 135-166.
- 23) 金澤光, 青木英雄, 岡崎成美 (1997) 魚介類, 甲殻類, カメ類, 荒川第一調整池動植物調査報告書, 荒川第一調整池動植物調査会, 99-120.
- 24) 環境科学国際センター (2009) 小山川・元小山川清流ルネッサンスIIに係る魚類調査結果.
- 25) 環境科学国際センター (2013) 元小山川水環境改善活動に係る魚類調査結果.
- 26) 金澤光, 田崎志郎 (1990) ソウギョ類の流下卵の魚種組成について, 埼玉県水産試験場研究報告, 49, 93-98.
- 27) 金澤光 (2000) 幸手市史, 自然環境編II, 幸手市の魚類目録, 幸手市教育委員会, 247-249.
- 28) 金澤光 (2001) ハクレンのジャンプ, アーカイブス利根川編集委員会編, アーカイブス利根川, 信山社, 243-258.
- 29) 中村守純 (1969) 日本のコイ科魚類, (財)資源科学研究所, 181-185.
- 30) 金澤光 (未発表) 新埼玉県動物誌, 魚類編.

別表 埼玉県内の魚類生息状況及び変遷（金澤(1997)<sup>4)</sup>を改変）

科名	種名	生息確認年代									埼玉県レッドデータブック		
		1921年 1930年	1931年 1940年	1941年 1950年	1951年 1960年	1961年 1970年	1971年 1980年	1981年 1990年	1991年 1995年	2001年 2010年	当初 1996年	改訂 2002年	再改訂 2008年
ヤツメウナギ科 Petromyzontidae													
1	スナヤツメ <i>Lethenteron reissneri</i>	○		○	●		△	▲○	●	◎	絶滅危惧種	絶滅危惧1B類	絶滅危惧1B類
2	カワヤツメ <i>Lethenteron japonicum</i>						△	○	●	◇	絶滅危惧種	絶滅危惧1A類	情報不足
ウナギ科 Anguillidae													
3	ニホンウナギ <i>Anguilla japonica</i>	○		○	●○	●△	●○	▲●○	●	◎			
キュウリウオ科 Osmeridae													
4	ワカサギ <i>Hypomesus nipponensis</i>			○	●○	●○	○	▲●○	●	◎			
アユ科 Plecoglossidae													
5	アユ <i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	○		○	●○	●○	●○	●○	●	◎			
シラウオ科 Salangidae													
6	イシカワシラウオ <i>Salangichthys ishikawae</i>						△		●		希少種	情報不足	情報不足
7	シラウオ <i>Salangichthys microdon</i>						△				絶滅種	絶滅危惧1B類	絶滅危惧1B類
サケ科 Salmonidae													
8	アメマス <i>Salvelinus leucomaenis leucomaenis</i>									◎	希少種	情報不足	
9	イワナ <i>Salvelinus leucomaenis pluvius</i>	○		○	●○	○	●○	●○	●	◎	希少種	準絶滅危惧	準絶滅危惧
10	カワマス <i>Salvelinus fontinalis</i>			○	●○		○						
11	ニジマス <i>Oncorhynchus mykiss</i>				●○	●○	○	●○	●	◎			
12	ヤマメ・サクラマス <i>Oncorhynchus masou masou</i>	○		○	●○	○	●○	●	●	◎	希少種	準絶滅危惧	準絶滅危惧
13	アマゴ <i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>						○		●				
14	サケ <i>Oncorhynchus keta</i>			○			○	●○	●	◇	絶滅危惧種	絶滅危惧1B類	絶滅危惧II類
15	ヒメマス <i>Oncorhynchus nerka nerka</i>							●○	●				
コイ科 Cyprinidae													
16	カワムツ <i>Nipponocypris temminckii</i>						○	●○	●	◎			
17	ヌマムツ <i>Nipponocypris sieboldii</i>									◎			
18	オイカワ <i>Zacco platypus</i>	○	○	○	●○	●	●○	●○	●	◎			
19	ハス <i>Opsariichthys uncirostris uncirostris</i>						●○	●○	●	◎			
20	ウグイ <i>Tribolodon hakonensis</i>	○		○	●○	●○	●○	●○	●	◎			
21	マルタ <i>Tribolodon brandti</i>		○	○	○	△	○	●○	●	◎	希少種	絶滅危惧II類	準絶滅危惧
22	エゾウグイ <i>Tribolodon ezoe</i>								●				
23	アブラハヤ <i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>	○			●○		●○	●○	●	◎			
24	ソウギョ <i>Ctenopharyngodon idellus</i>				●	●	●△	●○	●	◇			
25	アオウオ <i>Mylopharyngodon piceus</i>				●		●△	●○	●	◇			
26	ワタカ <i>Ischikauia steenackeri</i>				●○	●	●○	●○	●	◎			
27	コクレン <i>Aristichthys nobilis</i>				●		●△	●○	●				
28	ハクレン <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>				●	●	●△	●○	●	◎			

注：●水産試験場の採捕記録、▲水産試験場の聞き取り、○文献の採捕記録、△文献の聞き取り、◎今回調査の採捕、◇今回聞き取り・目視調査

別表 埼玉県内の魚類生息状況及び変遷（金澤（1997）<sup>4)</sup>を改変）

科名	種名	生息確認年代									埼玉県レッドデータブック		
		1921年	1931年	1941年	1951年	1961年	1971年	1981年	1991年	2001年	当初	改訂	再改訂
		1930年	1940年	1950年	1960年	1970年	1980年	1990年	1995年	2010年	1996年	2002年	2008年
29	タモロコ <i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>			○	●○	●	●○	●○	●	◎			
30	ホンモロコ <i>Gnathopogon caeruleus</i>				●			●	●	◎			
31	ムギツク <i>Pungtungia herzi</i>							●	●	◎			
32	モツゴ <i>Pseudorasbora parva</i>	○	○	○	●○	●○	●○	●○	●	◎			
33	シナイモツゴ <i>Pseudorasbora pumila pumila</i>										絶滅種	絶滅	絶滅
34	ビワヒガイ <i>Sarcocheilichthys variegatus microoculus</i>			○	○	○	○	●○	●	◎			
35	カマツカ <i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>	○		○	●	●△	●○	●○	●	◎	希少種	絶滅危惧Ⅱ類	
36	ツチフキ <i>Abbottina rivularis</i>			○	●○		○	●○	●	◎			
37	ゼゼラ <i>Bivia zezera</i>						△		●	◎			
38	スゴモロコ <i>Squalidus chankaensis biwae</i>							●○	●	◎			
39	ニゴイ <i>Hemibarbus barbus</i>	○	○	○	●	●	●○	●○	●	◎			
40	コイ <i>Cyprinus carpio</i>	○		○	●○	●	○	●○	●	◎			
41	キンブナ <i>Carassius auratus subsp.2</i>	○		○	○	△	○	●○	●	◎	希少種	準絶滅危惧	準絶滅危惧
42	ゲンゴロウブナ <i>Carassius cuvieri</i>			○	○	●	○	●○	●	◎			
43	ギンブナ <i>Carassius auratus langsdorfii</i>	○	○	○	●○	○	●○	●○	●	◎			
44	ヤリタナゴ <i>Tanakia lanceolata</i>	○	○	○	○		○	●○	●	◎	危急種	絶滅危惧ⅠB類	絶滅危惧ⅠA類
45	ミヤコタナゴ <i>Tanakia tanago</i>			○	○			○			絶滅危惧種	絶滅危惧ⅠA類	野生絶滅
46	タイリクバラタナゴ <i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>			○	●○		●○	●○	●	◎			
47	タナゴ <i>Acheilognathus melanogaster</i>		○	○	△		△	○			絶滅危惧種	絶滅危惧ⅠA類	絶滅
48	イチモンジタナゴ <i>Acheilognathus cyanostigma</i>							○					
49	アカヒレタビラ <i>Acheilognathus tabira erythropterus</i>										希少種	絶滅危惧ⅠB類	情報不足
50	カネヒラ <i>Acheilognathus rhombeus</i>									◎			
51	ゼニタナゴ <i>Acheilognathus typus</i>		○	○	△		△	○			絶滅危惧種	絶滅危惧ⅠA類	絶滅
52	オオタナゴ <i>Acheilognathus macropterus</i>									○			
53	テンチ <i>Tinca tinca</i>						△						
54	オウシュウウグイ <i>Scardinius erythrophthalmus</i>						○	△					
ドジョウ科 Cobitidae													
55	ドジョウ <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	○		○	●○	○	●○	●○	●	◎			
56	シマドジョウ <i>Cobitis biwae</i>	○		○	●○	○	○	●○	●	◎	絶滅危惧種	絶滅危惧ⅠB類	準絶滅危惧
57	ホトケドジョウ <i>Lefua echigonia</i>	○		○	●	○	○	●○	●	◎	絶滅危惧種	絶滅危惧ⅠB類	絶滅危惧ⅠB類
58	カラドジョウ <i>Paramisgurnus dabryanus</i>									◎			
ギギ科 Bagridae													
59	ギギ <i>Pseudobagrus nudiceps</i>							○		◎			
60	ギバチ <i>Pseudobagrus tokiensis</i>	○		○	●○		○	●○	●	◎	危急種	絶滅危惧ⅠB類	絶滅危惧Ⅱ類
アカザ科 Amblycipitidae													
61	アカザ <i>Liobagrus reini</i>							●	●	◎	希少種	絶滅危惧ⅠB類	情報不足

注：●水産試験場の採捕記録、▲水産試験場の聞き取り、○文献の採捕記録、△文献の聞き取り、◎今回調査の採捕、◇今回聞き取り・目視調査

別表 埼玉県内の魚類生息状況及び変遷（金澤(1997)<sup>4)</sup>を改変）

科名	種名	生息確認年代									埼玉県レッドデータブック		
		1921年 1930年	1931年 1940年	1941年 1950年	1951年 1960年	1961年 1970年	1971年 1980年	1981年 1990年	1991年 1995年	2001年 2010年	当初 1996年	改訂 2002年	再改訂 2008年
ナマズ科 Siluridae	62 ナマズ <i>Silurus asotus</i>	○		○	●○	○	●○	●○	●	◎	希少種	絶滅危惧Ⅱ類	準絶滅危惧
イクタルルス科 Ictaluridae	63 チャネルキャットフィッシュ <i>Ictalurus punctatus</i>							○	●	◎			
サヨリ科 Hemiramphidae	64 クルメサヨリ <i>Hyporhamphus intermedius</i>	○	○	○			○	▲○		◎	希少種	絶滅危惧Ⅱ類	情報不足
メダカ科 Adrianichthyidae	65 メダカ <i>Oryzias latipes</i>	○		○	○		○	●○	●	◎	希少種	絶滅危惧Ⅱ類	絶滅危惧Ⅱ類
カダヤシ科 Poeciliidae	66 カダヤシ <i>Gambusia affinis</i>			△			△	●○	●	◎			
トゲウオ科 Gasterosteidae	67 ムサシトミヨ <i>Pungitius</i> sp	○		○	○		●○	●○	●	◎	絶滅危惧種	絶滅危惧ⅠA類	絶滅危惧ⅠA類
トウゴロウイワシ科 Atherinidae	68 ペヘレイ <i>Odontesthes bonariensis</i>							▲○					
ボラ科 Mugilidae	69 ボラ <i>Mugil cephalus cephalus</i> 70 メナダ <i>Chelon haematocheilus</i>			○	○		○	●○	●	◎	危急種	絶滅危惧ⅠB類	情報不足
ゴクラグギョ科 Belontiidae	71 チョウセンブナ <i>Macropodus chinensis</i>			○			○	●○					
タイワンドジョウ科 Channidae	72 カムルチー <i>Channa argus</i> 73 タイワンドジョウ <i>Channa maculata</i>			○	○	○	○	●○	●	◎			
スズキ科 Percichthyidae	74 スズキ <i>Lateolabrax japonicus</i>	○		○	△		○	●○	●	◎			
サンフィッシュ科 Centrarchidae	75 オオクチバス <i>Micropterus salmoides</i> 76 コクチバス <i>Micropterus dolomieu</i> 77 ブルーギル <i>Lepomis macrochirus</i>						○	●○	●	◎			
カワスズメ科 Cichlidae	78 テラピア・モザンビカ <i>Tilapia mossambica</i>						○						
カワアナゴ科 Eleotridae	79 カワアナゴ <i>Eleotris oxycephala</i>									◎	希少種	絶滅危惧Ⅱ類	絶滅危惧Ⅱ類

注：●水産試験場の採捕記録、▲水産試験場の聞き取り、○文献の採捕記録、△文献の聞き取り、◎今回調査の採捕、◇今回聞き取り・目視調査

別表 埼玉県内の魚類生息状況及び変遷 (金澤(1997)<sup>4)</sup>を改変)

科名	種名	生息確認年代									埼玉県レッドデータブック			
		1921年 1930年	1931年 1940年	1941年 1950年	1951年 1960年	1961年 1970年	1971年 1980年	1981年 1990年	1991年 1995年	2001年 2010年	当初 1996年	改訂 2002年	再改訂 2008年	
ドンコ科 Odontobutidae														
80	ドンコ <i>Odontobutis obscura</i>	○		○			△	▲○				希少種	情報不足	情報不足
ハゼ科 Gobiidae														
81	スジハゼ <i>Acentrogobius pflaumii</i>			○										
82	アベハゼ <i>Mugilogobius abei</i>										◎			
83	ゴクラクハゼ <i>Rhinogobius giurinus</i>	○		○								危急種	絶滅危惧1B類	情報不足
84	オオヨシノボリ <i>Rhinogobius fluviatilis</i>										◎			
85	トウヨシノボリ <i>Rhinogobius kurodai</i>			○	●		●○	●○	●		◎			
86	チチブ <i>Tridentiger obscurus</i>	○		○	●○		●○	●○	●					
87	ヌマチチブ <i>Tridentiger brevispinis</i>								●		◎			
88	シモフリシマハゼ <i>Tridentiger bifasciatus</i>										◎			
89	ビリンゴ <i>Gymnogobius breunigii</i>			○				○	●		◎	危急種	絶滅危惧1B類	絶滅危惧Ⅱ類
90	ジュズカケハゼ <i>Gymnogobius castaneus</i>							●○	●		◎	希少種	絶滅危惧Ⅱ類	準絶滅危惧
91	ウキゴリ <i>Gymnogobius urotaenia</i>			○			●△	▲○	●		◎	希少種	絶滅危惧Ⅱ類	情報不足
92	スミウキゴリ <i>Gymnogobius petschiliensis</i>										◎			準絶滅危惧
93	エドハゼ <i>Gymnogobius macrognathus</i>			○								希少種	絶滅危惧1B類	絶滅危惧1B類
94	マハゼ <i>Acanthogobius flavimanus</i>	○		○	○		●△	●○	●		◎			
95	アシシロハゼ <i>Acanthogobius lactipes</i>								●		◎	希少種	準絶滅危惧	準絶滅危惧
96	アゴハゼ <i>Chaenogobius annularis</i>			○	△									
カジカ科 Cottidae														
97	カジカ <i>Cottus pollux</i>	○		○	●○	●	●○	●○	●		◎	希少種	絶滅危惧Ⅱ類	準絶滅危惧
	科数	15	2	20	16	9	23	24	21	22				
	種数	29	9	51	48	27	63	68	65	71				

注: ●水産試験場の採捕記録、▲水産試験場の聞き取り、○文献の採捕記録、△文献の聞き取り、◎今回調査の採捕、◇今回聞き取り・目視調査

[資料]

## 微動探査法における深度方向指向性に関する研究

白石英孝

### 1 はじめに

当センターでは、これまで微動(地表に常時存在する微弱な振動)を用いた地下構造探査(微動探査法)に関し、様々な研究を行ってきた。微動探査法では地表に複数の微動計(センサ)を配置して微動の同時観測を行い(微動アレイ観測)、それを解析することで地中を伝わる波の位相速度を求め地盤特性を推定することができる。研究の一環として行われた埼玉県平野部の大深度地下構造調査の結果<sup>1)</sup>は、県の地震被害想定調査や内閣府による首都直下型地震の被害推定にも活用されている。また理論面では、微動の位相速度推定に使われる空間自己相関法(SPAC法)の詳細メカニズムの解明<sup>2)</sup>、センサ配置の制約の解消<sup>3)</sup>など多くの成果をあげてきた。しかしながら、未だ解明されていないいくつかの課題が残されている。その一つが深度方向の指向性である。

地表に設置された微動アレイを構成する複数のセンサは、微動の到来方向ごとに異なる感度をもつ(指向性)。指向性は、地表面方向及び地盤の深度方向に存在し、微動アレイの幾何学的形状に従って変化するものと考えられる。このうち地表面方向の指向性については当センターの研究によって既に解明されているが、深度方向については未だ十分な検討が行われていない。そのため、地表に設置された微動アレイが地下のどの方向からの入射波に対して強い感度をもつのか、また微動アレイの計測結果は深度方向の指向性によってどのような誤差をもつのか、という疑問に対し十分な検討を行うのが困難な状況にある。そこで本研究では、深度方向指向性の性質を明らかにすることを目的として、基礎的な検討を行った。

### 2 指向性の形状

深度方向指向性は、センサの配置、即ち微動アレイの幾何学的形状に応じて複雑に変化すると考えられる。そこで本研究では理論的取り扱いを簡略化するために、図1に示す地盤の2次元x-z断面内において、2つのセンサで構成される2点アレイに対し、地表面と角度 $\theta$ をなす地下の方向から平面波が入射する場合について検討を行うこととした。この場合、2点アレイの距離を $r$ 、入射波の波数(波長の逆数)を

$k$ 、虚数記号を $j$ とおくと、2点間の位相差 $\gamma(\theta, k)$ は次式で表現することができる。

$$\gamma(\theta, k) = \exp(-jkr \cos \theta)$$

SPAC法では、微動アレイ中の2つのセンサの出力を複素コヒーレンス関数(CCF)で表現し、その方位平均を使用する。

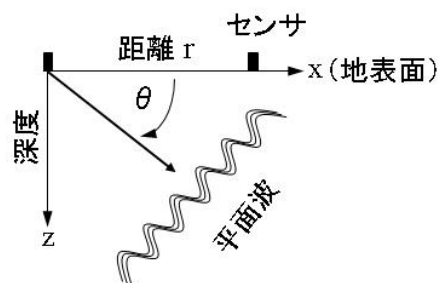


図1 検討に用いた座標系

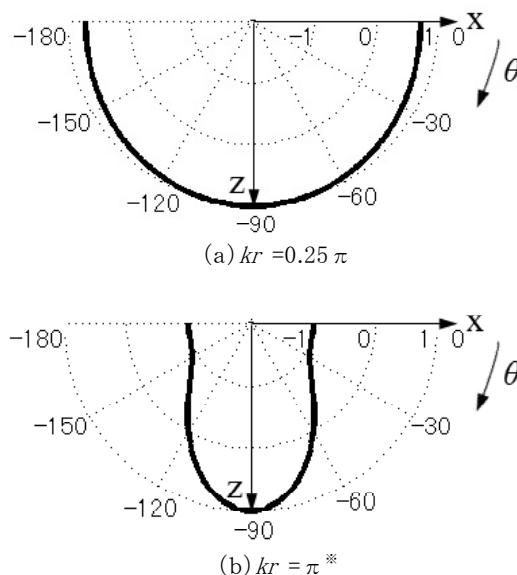


図2 深度方向指向性の例

\*正しい計測ができる限界(ナイキスト限界)

この式はCCFから導かれる地表面方向の指向性を表現する式と一致していることから<sup>2)</sup>、深度方向も地表面方向と同一の指向性をもつことがわかる。図2はその例として $kr = 0.25\pi$  (周波数が低い場合)と $kr = \pi$  (ナイキスト限界、正しい計測ができる限界)での深度方向指向性 (CCF実部)を示したものである。図から $kr$ の値が小さいと指向性は半円形に近く、どの角度からの入射波に対してもほぼ等しい感度をもつことがわかる。一方、 $kr$ の値が大きくなる(周波数が高くなる)と側方(例えば $-60^\circ$ 前後や $-120^\circ$ 前後の角度)から入射する波動に関しては感度が大きく低下する(図2(b))。しかし、直下方向( $-90^\circ$ 前後)からの入射波に対しては、 $kr$ の値に関わらず常に最大感度をもつことがわかる。これはアレイの観測信号の中で直下方向からの入射波の寄与が他の方向からの寄与に比べて相対的に高いことを意味している。

### 3 指向性の挙動

深度方向指向性がSPAC法の位相速度推定結果にどのような影響を与えるのかを調べるために、モデル地盤上の微動アレイに微動が入射する場合を想定した数値実験を行った。検討に用いたのは、不連続構造上にSPAC法正三角形アレイを設置したモデルである(図3)。このモデルは、2つのセンサP、Qを異なる媒質p、q上に設置したもので、センサ間の距離を $r$ 、センサPから構造境界までの距離を $x$ 、震源方位角を $\varphi$ 、センサP、Qを結ぶ直線と構造境界が交わる角度を $\alpha$ としている。仮に深度方向指向性がアレイ直下方向に鈍い形状をもつ場合、アレイ内での構造境界の位置がわずかに変化しただけであっても隣接構造の影響に由来する誤差が位相速度の推定結果に現れることが予想される。一方、指向性の形状が鋭ければ、アレイ内で構造境界の位置が変化しても位相速度の推定結果には大きな影響を与えないものと考えられる。

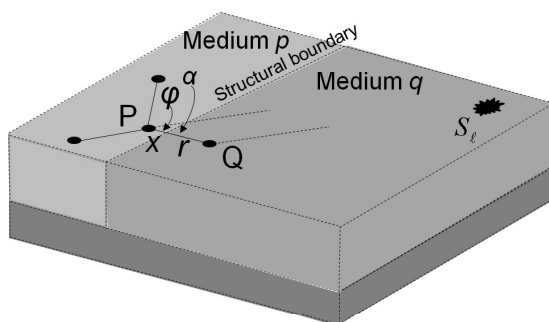


図3 不連続構造モデル

図4に検討結果の一例を示す。パラメータの値は、 $r = 30$  m、 $\alpha = 90^\circ$ である。図中で $C_p$ 、 $C_q$ で表されている曲線は、媒質p、qの位相速度、その間に示された曲線は、構造境界の位置を変えた場合の位相速度推定値である。図から、この事

例ではアレイ内で構造境界の位置が変化しても、位相速度の推定値の変化は極めて小さい。したがって、アレイの深度方向指向性は隣接構造の影響が無視できるほど十分な鋭さをもっているものと推測される。ただし、今回の事例ではアレイ内に構造境界を含む場合、推定された位相速度は2つの構造の中間的な値をとることがわかった(図4(b))。これは現行のSPAC法が、アレイ内の不均質性を想定していないことに由来する誤差である。したがって今後こうした誤差の挙動についても明らかにしていく必要があると考えられる。

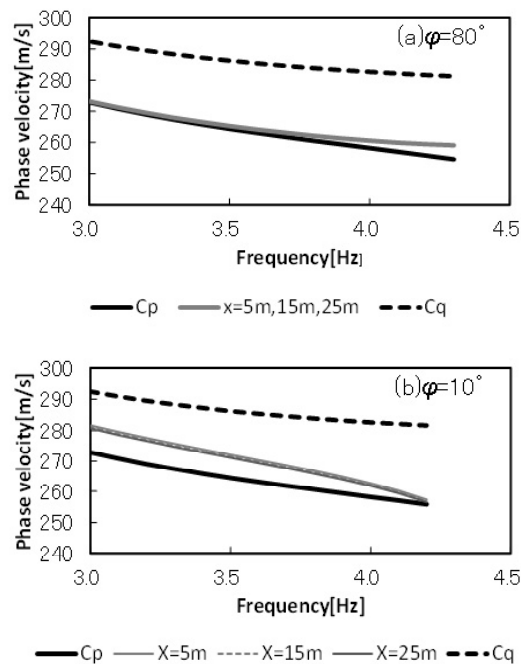


図4 位相速度の推定例

### 4 まとめ

微動アレイの深度方向指向性について、その形状と誤差の挙動に関する検討を行った。その結果、指向性はアレイ直下方向に強い感度をもつとともに、指向性に由来する位相速度推定値の誤差は無視しうるほど小さいことが明らかになった。

### 文献

- 1) 松岡達郎, 白石英孝(2002)関東平野の深部地下構造の精査を目的とした微動探査法の適用性—埼玉県南部地域の3次元S波速度構造の推定—, 物理探査, 55, 127-143.
- 2) 白石英孝, 松岡達郎(2005)Lambの問題に基づくレーリー波複素コヒーレンス関数の離散定式とその応用—空間自己相関法の新しい解釈—, 物理探査, 58, 137-146.
- 3) 白石英孝, 浅沼宏(2009)任意形状アレイを用いた微動探査における位相速度の直接同定法, 物理探査, 62, 339-350.