

千葉県印旛沼におけるナマズ人工種苗の放流効果

誌名	千葉県水産総合研究センター研究報告 = Bulletin of the Chiba Prefectural Fisheries Research Center
ISSN	18810594
著者名	尾崎,真澄 梶山,誠
発行元	千葉県水産総合研究センター
巻/号	3号
掲載ページ	p. 21-28
発行年月	2008年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



千葉県印旛沼におけるナマズ人工種苗の放流効果

尾崎 真澄*・梶山 誠

Stocking Effectiveness of Hatchery-reared Japanese Catfish, *Silurus asotus*,
in Lake Inbanuma, Chiba Prefecture

Masumi OZAKI and Makoto KAJIYAMA

キーワード：ナマズ，人工種苗，アリザリンコンプレクソン，放流効果，印旛沼

はじめに

ナマズ *Silurus asotus* は、日本で古くから親しまれてきた在来の淡水魚であり、内水面域での食用魚として利用されている。千葉県北部の印旛沼でもその例に漏れず、印旛沼に面する千葉県印旛郡印旛村では、村の魚として「なまず」が制定されているほどである¹⁾。しかし、その漁獲量は統計上は出てこないものの減少が著しく^{2,3)}、地域の漁業者からは資源の増大について叫ばれてきた。

千葉県では、1991年からナマズの種苗生産に着手し、その種苗を養殖生産に利用するとともに^{4,5)}、天然水域における本種の資源増大を目的とした種苗放流を実施してきた⁶⁻¹⁵⁾。

ナマズについては、種苗生産や養殖技術に関する報告^{5,16,17)}が数多くあるが、天然水域での生態については、産卵行動に関する報告^{18,19)}があるにすぎず、種苗放流効果を把握した事例は見あたらない。

本研究では、千葉県印旛沼において、1992～2000年に実施したナマズ人工種苗の放流効果について、混獲率を算出し、回収率を推定したほか、放流魚の成長や成熟についても考察したので報告する。

材料と方法

調査地域の概要

調査は、千葉県北総部に位置する利根川水系の印旛沼で行った(図1)。印旛沼は、平均水深1.7m、面積11.55km²の県内最大の湖沼で、北印旛沼と西印旛沼、そ

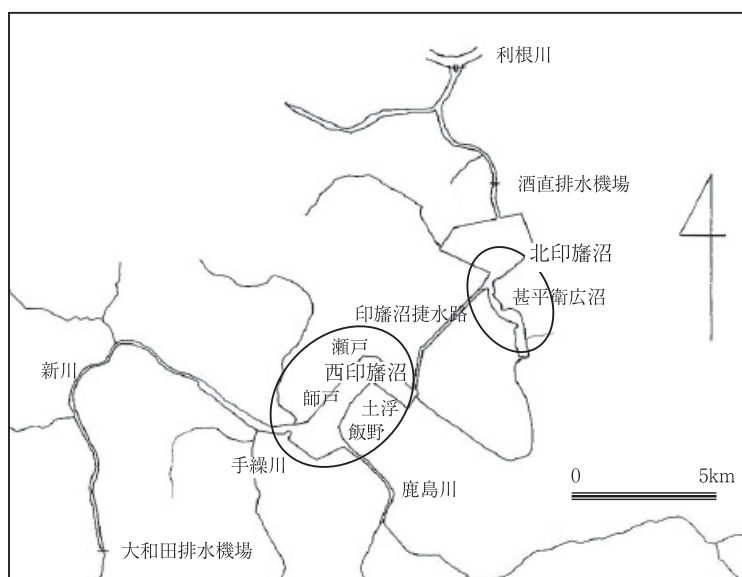


図1 調査地域の概要

○印は放流地点の範囲を示す。

* 現所属 千葉県農林水産部水産局漁業資源課

れらを結ぶ印旛沼捷水路そして甚平衡広沼から構成されている。通常は流入河川である鹿島川からの河川水が印旛沼捷水路を経て北印旛沼に流れ、さらに北側に位置する酒直排水機場を通じ、利根川へと通水している。しかし、増水時には、西側の大和田排水機場から東京湾側へも排水されるなど調整池としての機能を持つ。

種苗放流は北印旛沼では、甚平衡広沼周辺、西印旛沼では、主に飯野地先周辺で行った。これは、各地先周辺が印旛沼漁業協同組合による禁漁区に設定されており、放流直後の混獲が避けられるからである。

種苗放流

放流には、1992年から2000年に千葉県水産総合研究センター内水面水産研究所で種苗生産したナマズ稚魚（TL93～242mm）を用いた（表1）。放流種苗のうち、1992年および1993年放流群には焼き入れ標識を各年とも標識部位を変えて行った（1992：左体側；1993：右体側）。また、1994年放流群の一部にはスパゲッティタグによる外部標識を、1995～2000年放流群には、アリザリンコンプレクソン（ALC）染色を用いた内部標識¹⁵⁾を施したほか、2000年放流群の一部（10/19放流群）には、ALC染色を二重に施した後、リボンタグによる外部標識も併用した。

これらの標識を施したナマズ種苗を1992～2000年にかけて、北印旛沼に12,031尾、西印旛沼に29,449尾、合計41,480尾を放流した。

漁獲実態

印旛沼におけるナマズの漁獲実態は、統計資料がないため明らかではない。このため、漁業者や地先で漁獲物を買っている水産物流通業者に対して、年間のナマズ集荷量を直接聞き取りし、1年間のナマズ水揚量を推測した。

また、後述の方法で収集したナマズの尾数を月別に集計し、年間のナマズ漁獲量の月別変化を表した。

放流魚の追跡調査

放流種苗の再捕状況を把握するため、印旛沼漁業協同組合に所属する漁業者から沼内で漁獲したナマズを買い取りにより収集した（1993～2003年）。

収集したナマズは、漁獲月日、漁獲場所、漁獲方法を聞き取った後、全長（TL, mm）、体重（BW, g）を計測し、解剖による生殖腺の形状をもとに雌雄を判別した。

外部標識の確認は、体側への焼き入れ標識の痕跡やタグ標識（またはその痕跡）の有無を観察して判別した。ALC標識を実施した1995年以降は、耳石を摘出し、さらに、1999年以降は、脊椎骨を摘出し²⁰⁾、それぞれ蛍光顕微鏡下でALC染色の有無を確認した。

放流魚の成長及び成熟

収集したナマズ標本の全長組成を標識魚および天然魚ごとに算出した。

また、1998年以降の収集魚標本について、雌雄の判別を行うとともに、生殖腺重量（GW, g）を測定し、

表1 ナマズ放流結果

年	放流月日	放流尾数	全長 (mm) (mean ± SD)	放流場所 ¹⁾	標識方法	標識部位
1992	12/25	3,212	124.0 ± 17.4	A	焼き入れ	左体側
1993	12/21	800	232.8 ± 26.1	A	焼き入れ	右体側
1994	12/14	1,189	157.0 ± 4.0	A	スパゲッティタグ	左体側
1994	12/14	590	176.1 ± 5.8	A	スパゲッティタグ	右体側
1994	12/14	3,991	—	A	無標識	—
1995	7/19	2,210	133.7 ± 12.7	A	ALC (200ppm)	耳石
1996	7/25	2,921	177.7 ± 13.0	A	ALC (200ppm)	耳石
1996	7/26	2,011	125.3 ± 15.6	B	ALC (200ppm)	耳石
1997	7/3	2,107	104.3 ± 13.8	B	ALC (100ppm)	耳石
1997	12/19	2,427	241.7 ± 27.8	A	ALC (120ppm)	耳石
1998	10/9	4,665	192.3 ± 17.3	B	ALC (100ppm)	耳石
1998	10/9	5,334	184.9 ± 18.1	A	ALC (100ppm)	耳石
1999	10/19	3,988	235.5 ± 24.9	A	ALC (100ppm)	耳石
2000	9/21	3,248	92.6 ± 7.3	B	ALC (100ppm)	耳石
2000	10/6	2,416	131.7 ± 13.7	C	ALC (100ppm)	耳石
2000	10/19	371	134.1 ± 16.9	D	ALC (100ppm × 二重) +リボンタグ	耳石 +背鰭下 (タグ)
合計	北印旛沼	12,031		B		
	西印旛沼	29,449		A,C,D		

1) A：西印旛沼（佐倉市飯野）、B：北印旛沼甚平衡広沼、
C：西印旛沼（佐倉市飯野・土浮、印旛村瀬戸・師戸）、D：西印旛沼手繰川

生殖腺指数 (GSI) を下式により算出した。

$$GSI = GW / BW \times 100$$

混獲率の推定

放流効果の指標として、漁獲年ごと、漁獲場所（北および西印旛沼）ごとに、収集魚尾数のうち標識魚尾数の占める割合を混獲率（%）で表した。

また、標識手法や標識部位の違いにより放流年が識別できる1992～1996および2000年（ALC二重）放流群については、放流年ごとの再捕魚尾数を計数した。

なお、1995年収集魚のうち、1994年放流群については、全数標識ではなかったことから、放流時の標識率（30.83%）を用いて再捕魚尾数を補正して混獲率を算出した。

回収率の試算

種苗放流効果を検討するにあたっての回収率は、漁獲物調査で得られた標本を年級群分離し、放流群ごとに回収尾数を算出し、放流尾数に対する割合を示すものである。

本研究の対象魚ナマズの年級群分離については、耳石による年齢査定が困難である²⁰⁾ほか、鱗がないことから正確な年齢査定の知見がないのが現状である。

そこで、これまで行ってきた放流調査に関わる情報を整理し、年級群分離をせずに、以下のように総括的に回収率の試算を行った。

回収率の試算は、漁獲物の収集数が充実している西印旛沼を対象に行い、1992～2000年の放流尾数に対する1993～2003年の再捕魚尾数から推定した。算出する際の前提条件として、放流後の生残率や漁獲率が一定であると仮定したほか、漁獲統計資料がないことから、ナマズ漁獲量として、当研究所による収集尾数や流通業者への聞き取りからの水揚げ推定尾数並びに両者の合計の1/2と仮定した漁業者の自家消費推定尾数を合計したものをを用いた。

結果

漁獲実態

1993～2003年に収集した漁獲ナマズの採捕月毎の尾数を図2に示す。

北印旛沼では累計155尾中147尾（95%）、西印旛沼では累計799尾中584尾（73%）が、4月から5月にかけて漁獲されていた。

また、漁業者や流通業者への聞き取りの結果、ナマズ漁獲物は主に産卵期の春（4～6月）に漁獲があり、少量の場合は自家消費されることが多いが、まとまって漁獲された場合は、流通業者に出荷されていた。

これらの情報を総合すると、流通業者への出荷量は、

印旛沼全域で年間100～200尾程度と推測された。

放流魚の成長・成熟

成長 収集したナマズの全長組成を図3及び表2に示す。

このうち、調査期間を通じた再捕魚の全長は、最小が99mm、最大が623mmであった。放流群毎の平均全長は137mm～508mmであったが、平均全長が400mm以上の放流群が多数を占めた。また、漁獲年ごとのナマズ天然魚の平均全長は、1995年（301mm）と1999年（398mm）を除いてすべての年で400mm以上であった（表2）。

再捕魚の放流年が識別できた1993～1997年、2002年および2003年の漁獲物調査では、最高3歳魚まで識別ができた。1995年の調査結果では、1992年放流群（秋放流：放流時全長124mm；漁獲時3歳魚）が平均全長336mm、1993年放流群（秋放流：放流時全長233mm；漁獲時2歳魚）が全長402mmで漁獲されており、1993年放流群の大きさが勝っていた。

1996年の調査では、1995年放流群（夏放流：放流時全長134mm；漁獲時1歳魚）が平均全長366mmで漁獲されていた。1997年の調査では、1996年放流群（夏放流：放流時全長178mm（西印旛沼）；漁獲時1歳魚）が平均全長325mmで、1995年放流群（夏放流：放流時全長134mm；漁獲時2歳魚）が平均全長492mmで漁獲されていた。また、2000年放流群の一部（秋放流：放流時全長134mm（ALC二重群）は、2002年（漁獲時2歳魚）に1尾（全長332mm）、2003年（漁獲時3歳魚）に4尾（平均全長453mm）が漁獲された。

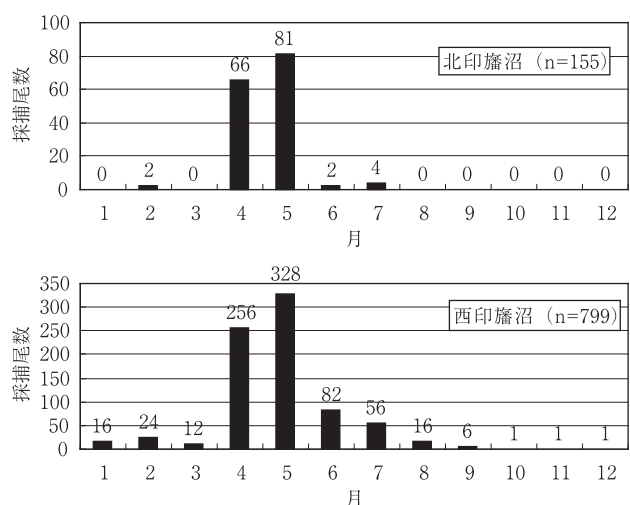


図2 ナマズ採捕月の推移

数値は、1993～2003年に採捕されたナマズの月毎の尾数の合計を示す。

上段は、北印旛沼、下段は西印旛沼を示す。

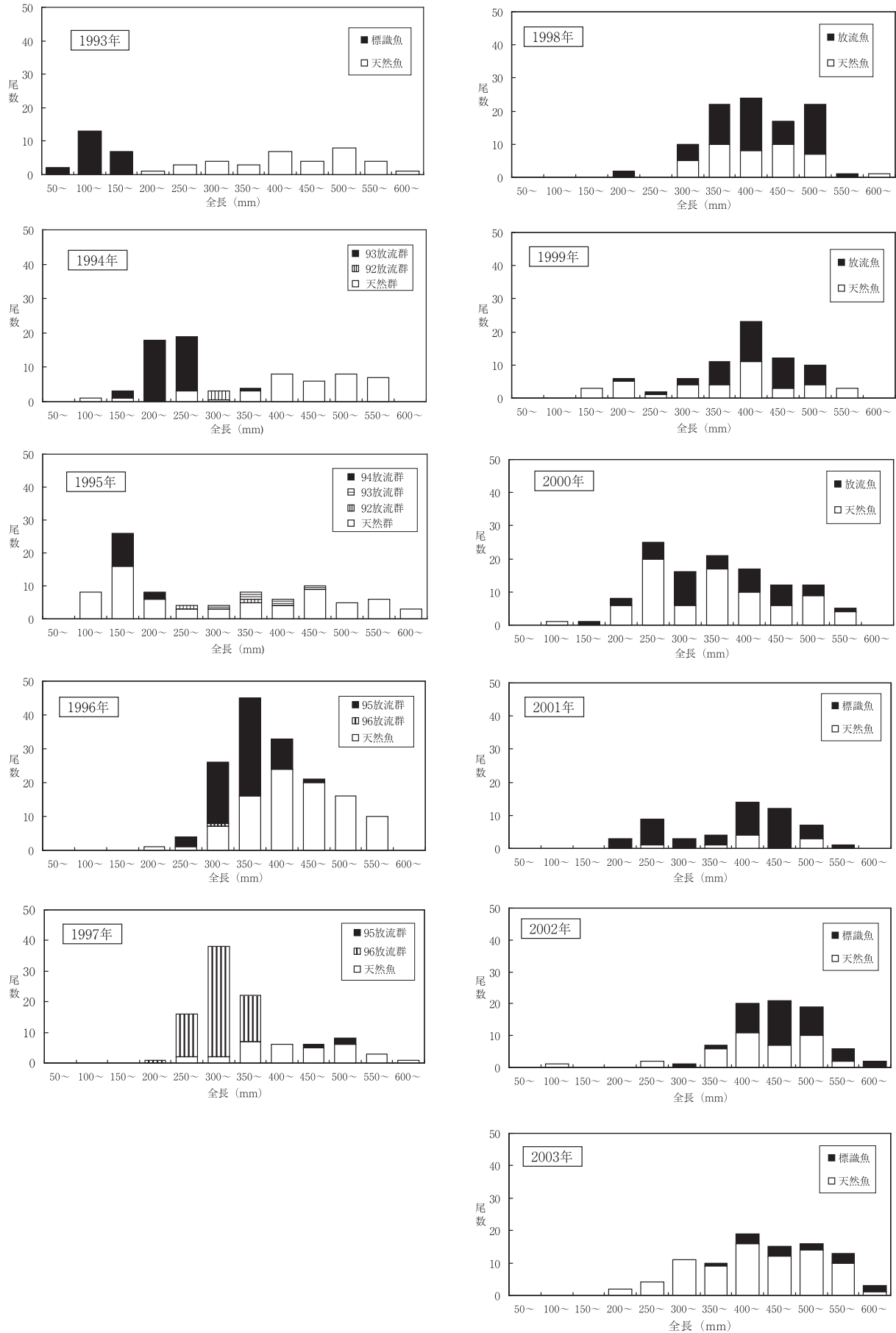


図3 ナマズ採捕魚の全長組成

成熟 成熟度を表すGSI値の雌雄別の月別変化を天然魚と放流魚に分けて示した(図4)。雄のGSI値は、天然魚、放流魚とも同様の傾向を示し、大きな季節変化はなかった。雌のGSI値は、天然魚、放流魚とも4月に最大値を示した後、8月まで急激に減少し、その傾向は両者で同様であった。

放流魚の混獲率および回収率

放流魚の再捕状況を表3、図5に示す。1993年1月から2003年12月までに収集した合計954尾のナマズから放流魚の混獲状況を確認したところ、北印旛沼で155尾中85尾、西印旛沼で799尾中394尾が標識魚と判断され、混獲率は北印旛沼で平均54.8% (0~90.9%)、西印旛沼で平均49.3% (15.2~81.0%)、両沼の合計では平均50.2%の漁獲ナマズが標識魚として判断された。

また、回収率は西印旛沼において5.0%と算出された(表4)

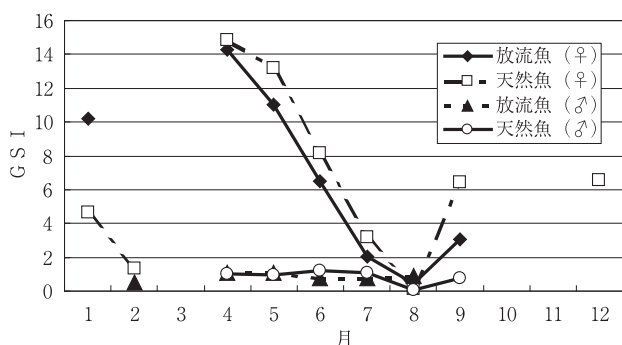


図4 GSI値の月別変化

値は、1998年から2003年の雌雄別月別のGSI値の平均値を示す。

表2 全長測定結果

漁獲年	漁獲尾数	天然魚		標識再捕魚		
		尾数	平均全長 (全長範囲; mm)	放流群	尾数	平均全長 (全長範囲; mm)
1993	57	35	442 (217-614)	1992	22	137 (99-181)
1994	77	38	450 (124-597)	1992	2	320 (320-321)
1995	88	67	301 (135-618)	1993	37	246 (195-380)
1996	156	95	450 (206-595)	1992	2	336 (287-385)
1997	101	32	448 (278-609)	1993	6	402 (339-461)
1998	99	41	434 (317-609)	1994	12	181 (154-246)
1999	76	34	398 (169-585)	1995	60	366 (293-454)
2000	75	32	462 (306-577)	1996	1	348 (348)
2001	53	9	433 (295-527)	1995	3	492 (461-510)
2002	79	39	445 (139-590)	1996	66	325 (240-396)
2003	93	79	441 (245-633)	2000 ALC二重	1	332 (332)
				2000 ALC二重	4	453 (379-546)

考 察

放流魚の成長

放流年が識別できる1993~1997年、2002年および2003年の調査結果から、放流後2~3年で全長500mm以上に達することが推測された(1997年調査:1995年放流群2歳魚, 2003年調査:2000年放流群3歳魚)。これらの放流時期は、1995年放流群が夏放流で小型魚(全長134mm)、2000年放流群が秋放流の小型魚(全長134mm)であり、同サイズの放流でも時期が異なることでその後の成長に1年分の成長差が生じた。

表3 標識魚の混獲状況(1993~2003年)

年	採捕場所	採捕尾数	標識魚尾数	混獲率(%)
小計	北印旛沼	155	85	54.8
	西印旛沼	799	394	49.3
合計		954	479	50.2

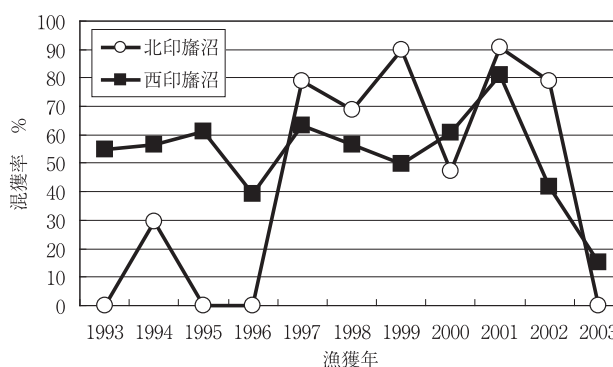


図5 混獲率の推移

次に、1995年調査における1992年放流群（秋放流：放流時全長124mm；採捕時3才魚）および1993年放流群（秋放流：放流時全長233mm；採捕時2才魚）の比較から、秋放流において、全長200mmを越える大型魚の放流により前年度の放流群より大きく成長することが確認された。

このように、ナマズ人工種苗の放流後の成長において、夏期放流群と秋期放流群ではその後の成長量に大きな差が見られた。これは、本種の成長には水温20℃以上が適しており¹⁶⁾、秋期放流では、放流後すぐに越冬に入るためと考えられる。そのため、秋期放流する場合には、1993年放流群のように大型魚を放流することで夏期小型魚放流と同様の成長が見込めるであろう。

回収率の算出

回収率の算出にあたり、その前提条件を表4に整理した。

まず、放流尾数は、西印旛沼において1992～2000年の9年間に合計29,449尾を放流していることから、年間3,300尾で一定と仮定した。

次に、ナマズ放流魚の混獲率は1993～2003年に行った採捕調査における西印旛沼における平均混獲率49.3%を用いた。

漁業による漁獲率や放流後の生残率は一定と仮定した。漁獲死亡については、印旛沼でのナマズの漁獲方法は、主に張網と呼ばれる定置性漁具であり、春の産卵期にナマズが越冬から覚め、産卵場へ移動する際にまとまった漁獲が期待できる。これらの漁具の数量や形態はほぼ定常化しており、漁業者数の減少を考慮すると漁獲圧の上昇はないものと予想される。また、自然死亡率（放流後の生残）に影響するものとして、鳥類や他の肉食性魚類（オオクチバスなど）による食害が考えられる。ナマズの場合、小型種苗を大量に放流した場合は、オオクチバスなどの外来魚の食害に会う可能性があるが、現在の印旛沼におけるオオクチバス資源は少ないと考えられ³⁾、ナマズのような夜行性の

肉食性魚類の場合、安定した生息域に定住してからは、大きな影響があるとは考えにくい。

最後に、ナマズ漁獲量については統計資料が整っていないことから、漁獲尾数については、内水面水産研究所による収集尾数と聞き取り調査による水揚げ推定尾数および自家消費推定尾数の合計値とした。収集尾数については、西印旛沼において、1993～2003年の11年間に合計799尾を収集したことから、年間平均73尾を用いた。また、水揚げ推定尾数は、聞き取り調査により年間100～200尾と推定されたことから、150尾を用いた。自家消費推定尾数は、収集尾数と水揚げ推定尾数の合計値の半分量を自家消費尾数として用いた。

放流効果

このような整理のもとで、西印旛沼におけるナマズ人工種苗の回収率の試算を行ったところ、5.0%と算出された(表4)。ナマズ放流魚の平均混獲率が約50%にもなることを考えると、資源に対する漁獲率は著しく低いことが考えられる。

また、本調査では、放流魚の最大は全長600mm台であるが、放流後3年で500mm台が漁獲されていることから、漁獲対象サイズの多くは放流後3年までに成長することが予想される。そこで、採捕年の3年前までの放流尾数の合計と混獲率とを比較してみたところ両者の間には正の相関が認められた(図6)。このことは、種苗放流が漁獲資源に直接貢献していることを示している。

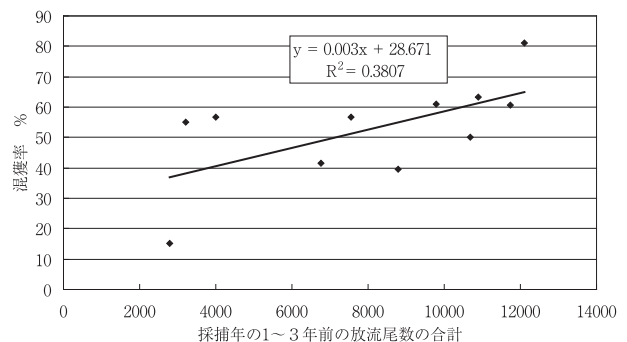


図6 放流尾数と混獲率の関係

表4 ナマズ回収率の試算

算出前提条件	設定内容	調査年
放流尾数	29,449尾/9年 = 3,300尾/年	1992～2000年
平均混獲率	49.3%	1993～2003年
漁獲率	一定と仮定	
放流後生残率	一定と仮定	
収集尾数	799尾/11年 = 73尾/年	1993～2003年
水揚げ推定尾数	150尾/年	聞き取り調査
自家消費尾数	(収集尾数 + 水揚げ推定尾数) / 2	
漁獲尾数	収集尾数 + 水揚げ推定尾数 + 自家消費推定尾数 = 73尾 + 150尾 + 112尾 = 335尾	
回収率の試算	(漁獲尾数 × 混獲率) / 放流尾数 × 100 = (335尾 × 0.493) / 3,300尾 × 100 = 5.00%	

放流の再生産効果

これまで実施してきたナマズ放流事業では、人工種苗を放流することで、直接的な資源増大を目論むことに加えて、親魚の添加による再生産を期待してきた。しかしながら、明確な漁獲増、すなわち再生産による資源添加を確認することは出来なかった。

放流魚の成熟調査において、GSI値は天然魚と同様に4月をピークとして推移し、産卵期と漁獲時期は一致した。このことから、ナマズ人工種苗は天然魚と同等かそれに等しい生殖能力を有していると考えられた。

一方、ナマズは、春期に生息地に流入する小河川などに遡上し、小河川内や水田、一時的氾濫源などを産卵場所として利用していることが知られている¹⁸⁾。本調査でも4、5月の漁獲量が年間漁獲量の大半を占め、ナマズはこの時期に産卵のために活発に動き回っていることが推測できた。ところが、印旛沼の周辺水域では、水田地帯での圃場整備が進んでいるため、ナマズにとって沼内と水田が自由に行き来できるような構造になっていない。このことから、印旛沼では抽水植物が残る一部の岸際や、流入河川の下流付近に残存している一時的な氾濫源が産卵場として機能しているにすぎないと予想される。放流終了後も資源の維持が確認されていることを併せて考えると(図5)、印旛沼におけるナマズ資源量の増大には、親魚量ではなく、産卵場のキャパシティなど、他の条件が制限要因となっている可能性がある。

また、これまで実施してきた種苗放流では、少ない親魚から生産された種苗を用いていることや放流魚混獲率の高さなどから種苗放流による遺伝的影響^{21,22)}について懸念される。また、本種は在来魚ではあるものの生態的に上位である肉食性魚類のため、その放流による在来魚種への影響²³⁾についても検討が必要であろう。

今後、本種の再生産機構との関連として、水田や周辺水路の生態的意義を唱える研究により、ナマズに限らず多くの生物が、多様な水域に自由に往来できる構造に改変されることが望まれる。

要約

- 1) 千葉県印旛沼において、1992年から2000年にナマズ人工種苗を放流し、その放流効果について、混獲率や回収率を推定した。
- 2) 放流種苗には、焼き入れやタグによる外部標識やアリザリンコンプレクソン(ALC)による内部標識を施し、北印旛沼に12,031尾、西印旛沼に29,449尾、合計41,480尾を放流した。
- 3) 放流魚の追跡調査として、漁業者から漁獲物の収

集を行い、全長、体重、生殖腺重量を測定するとともに、雌雄判別やALC標識を確認した。

- 4) 漁獲物調査により、1993年から2003年に北印旛沼で155尾、西印旛沼で799尾、合計954尾のナマズを収集した。
- 5) これらの漁獲物のうち北印旛沼で95%、西印旛沼で73%が4、5月に漁獲された。
- 6) ナマズ放流魚の成長は、放流後2～3年で全長500mm以上に達することが推測され、特に夏期における成長量が著しかった。
- 7) ナマズ放流魚の成熟について、GSI値は天然魚と同様に推移し、雌のGSI値は、4月をピークにして8月にかけて低下し、漁獲時期と産卵期は一致した。
- 8) ナマズ放流魚の混獲率は、1993年から2003年の両沼合計で、平均50.2%と高い値を示した。また、これらの混獲率は、放流尾数との間に相関関係が成り立った。
- 9) ナマズ放流魚の回収率は、5%と推定され、混獲率の高さを考慮すると、ナマズ資源に対する漁獲率は低いことが推測された。
- 10) ナマズ種苗放流によって期待された親魚の添加による再生産効果は、明確な漁獲増として確認できなかった。
- 11) 印旛沼におけるナマズ資源の増大には、産卵場の収容量など、親魚量以外の条件が本種の資源維持に関わっている可能性がある。

文献

- 1) 印旛村役場企画課(2005):印旛村の五十年。印旛村、千葉県、16pp.
- 2) 梶山 誠(1986):印旛沼に生息する魚類及び甲殻類について。千葉県内水面水産試験場調査報告書、5、26-32.
- 3) 尾崎真澄(1996):印旛沼における張網漁獲物組成の変遷。千葉内水試研報、6、15-27.
- 4) 千葉県内水面水産試験場(1991):種苗量産技術開発事業、2 ナマズ歩留まり向上試験。平成3年度千葉県内水面水産試験場事業報告、20.
- 5) 川津浩二(2000):養鰻池を使用したナマズ*Silurus asotus*の加温養殖について。千葉内水試研報、7、34-40.
- 6) 千葉県内水面水産試験場(1993):種苗放流効果試験事業、3 ナマズ放流効果調査。平成4年度千葉県内水面水産試験場事業報告、34.
- 7) 千葉県内水面水産試験場(1995):種苗放流効果試

- 験事業. 3 ナマズ放流効果試験, 平成5年度千葉県内水面水産試験場事業報告, 32.
- 8) 千葉県内水面水産試験場(1996):種苗放流効果試験事業. 2 ナマズ放流効果調査, 平成6年度千葉県内水面水産試験場事業報告, 39.
- 9) 千葉県内水面水産試験場(1997):種苗放流効果試験事業. 2 ナマズ放流効果調査, 平成7年度千葉県内水面水産試験場事業報告, 29.
- 10) 千葉県内水面水産試験場(1998):種苗放流効果試験事業. 3 ナマズ放流効果調査, 平成8年度千葉県内水面水産試験場事業報告, 31.
- 11) 千葉県内水面水産試験場(1999):種苗放流効果試験事業. 2 ナマズ放流効果調査, 平成9年度千葉県内水面水産試験場事業報告, 32.
- 12) 千葉県内水面水産試験場(2000):種苗放流効果試験事業. 3 ナマズ放流効果調査, 平成10年度千葉県内水面水産試験場事業報告, 32.
- 13) 千葉県内水面水産試験場(2001):種苗放流効果試験事業. 3 ナマズ放流効果調査, 平成11年度千葉県内水面水産試験場事業報告, 32.
- 14) 千葉県内水面水産研究センター(2002):種苗放流効果試験事業. 3 ナマズ放流効果調査, 平成12年度千葉県内水面水産試験場事業報告, 33.
- 15) 梶山 誠(2000):アリザリンコンプレキソンを用いたナマズ*Silurus asotus*の耳石標識について. 千葉県水試研報, 7, 29-33.
- 16) 土屋 実(1982):ナマズ・アメリカナマズ.「淡水養殖技術(野村稔編)」, 恒星社厚生閣, 東京, pp.247-254.
- 17) 野村 博(1996):日本ナマズの養殖技術 上. 養殖, 33(6), 70-74.
- 18) 片野 修・斉藤憲治・小泉顕雄(1998):ナマズ*Silurus asotus*のばらまき型産卵行動. 魚類学雑誌, 35(2), 203-211.
- 19) Maehata M. (2002): Stereotyped sequence of mating behavior in the Far Eastern catfish, *Silurus asotus*, from Lake Biwa. *Ichthyol. Res.* 49, 202-205.
- 20) 尾崎真澄・梶山 誠・松丸 豊(2006):ALC標識部位としての脊椎骨の有効性. 千葉水産研報, 1, 49-54.
- 21) 北田修一(2001):栽培漁業の可能性と問題点.「栽培漁業と統計モデル分析」, 共立出版, 東京. 41-64.
- 22) 谷口順彦(2007):魚類集団の遺伝的多様性の保全と利用に関する研究. 日水誌, 73(3), 408-420.
- 23) Katano O., T. Nakamura and S. Yamamoto (2005): Prey fish selection by Far Eastern catfish *Silurus asotus* and largemouth bass *Micropterus salmoides*. *Fish. Sci.* 71, 862-868.