

## 涸沼および那珂川におけるスズキ稚魚の生残率の比較

小松伸行\*・星野尚重

Comparison of Survival Rate in Juvenile Japanese Sea Bass (*Lateobrax japonicus*)  
between Lake Hinuma and Naka River

### Abstract

This study was conducted to compare the stocking effectiveness between Lake Hinuma (brackish water lake) and tidal zone of Naka river. Transition of recapture number of juvenile fish suggested that the hydraulic condition was important factor for immigration. Growth rate of Naka river-released fish (NRF) was worse than that of Hinuma-released fish (HRF). Similarly, recapture rates (that is, NRF: 0.01% and HRF: 0.04%) showed inferiority of Naka river. From these results, we concluded that Naka river is the disadvantageous field as nursery ground in comparison with Hinuma.

key words: Japanese Sea Bass, survival rate, release size index, nursery

### 目 的

天然の水域に放流される人工種苗の放流サイズや放流地点は、放流後の生残率と深く関係していることから、放流技術開発の重要な課題となっている。茨城県におけるスズキ稚魚の放流場所としては、茨城県中部に位置する汽水湖涸沼が放流適地のひとつとされ、全長 30mm の小型種苗放流であっても高い初期生残が得られることが明らかにされている(山崎, 1997, 山崎, 2000)。しかし、涸沼におけるスズキ稚魚の収容力や種苗放流が涸沼の生態系に与える影響に関する研究はまだ十分に行われておらず、放流事業の経済効果を得るために必要な放流尾数を、涸沼の収容力が許容できるのか明確にはされていない。このため、涸沼の環境収容力に関する研究と併せて、涸沼以外の放流適地に関する研究が必要となっている。

内湾や汽水湖とともに河川感潮域もスズキ稚魚の成育場となっており(松宮ら, 1981)、茨城県においては、涸沼のほか、那珂川や利根川などに天然のスズキ稚魚が来遊している(茨城県, 2003)。本報告では、涸沼以外のスズキ人工種苗の放流場所として那珂川を選び、両水域における稚魚の生態や成長・生残等を比較することにより、河川の成育場としての機能について検討を行った。

### 材料および方法

調査対象とした放流魚は、(財)茨城県栽培漁業協会において種苗生産し、2004年に放流された稚魚である。放流地点を図1、標識放流結果を表1に示した。那珂川

では河口より4.3km上流(涸沼川合流点より3.8km上流)の地点に、涸沼では広浦漁港に放流した。放流魚には全てALC(アリザリンコンプレクソン)により、涸沼放流魚は2重(以下涸沼放流魚H1およびH2と称する)、那珂川放流魚は1重(以下那珂川放流魚Nと称する。)の標識を施した。内水面におけるスズキの採集は、小型定置網及び刺網を用いて行った。採集したサンプルは、魚体測定と胃内容物の観察を行った後、耳石を摘出して蛍光顕微鏡下で標識を確認し、標識の施された耳石については標識部位の最長径を測定した。また、海面において小型底曳網及び船曳網により漁獲されたスズキを買い上げ、魚体測定と耳石による標識の確認を行った。

涸沼(大谷川沖)の水温及び塩分は茨城県内水面水産試験場の観測データの提供を受けた。那珂川(勝田橋)の河川水温及び濁度は国土交通省の水文水質データベースを利用した。

### 結 果

#### (1) 生息水域の環境条件

那珂川と涸沼における水温と両水域の水温差(那珂川水温 - 涸沼水温)を図2、図3に示した。4月下旬から7月上旬にかけては那珂川の水温が高く推移したが、7月中旬以降は涸沼の水温が那珂川よりも高くなった。

那珂川河口から涸沼への海水由来の高塩分水塊侵入を示すデータ(信岡ら, 2003)として涸沼の塩分変化につい

\*現在 漁政課 本報告の概要は、2006(平成18)年度日本水産学会大会において報告した。

て図4に示した。4月下旬に20psuを越える塩分の上昇が観測された。

那珂川における降雨の影響を示すデータとして濁度の推移を図5に示した。那珂川流域で大雨が記録された5月21日や6月22日などに数回、濁度の急激な上昇が観測された。



図 - 1 調査水域および放流地点

表 - 1 2004年の標識放流結果

放流地点	放流日	放流尾数(尾)	平均全長(mm)	標識
那珂川 N	4/14 ~ 4/16	251,000	37.4	ALC1重
濁沼 H1	4/16	48,000	33.0	ALC2重(狭)
濁沼 H2	6/9 ~ 10	28,000	64.7	ALC2重(広)
計		327,000		

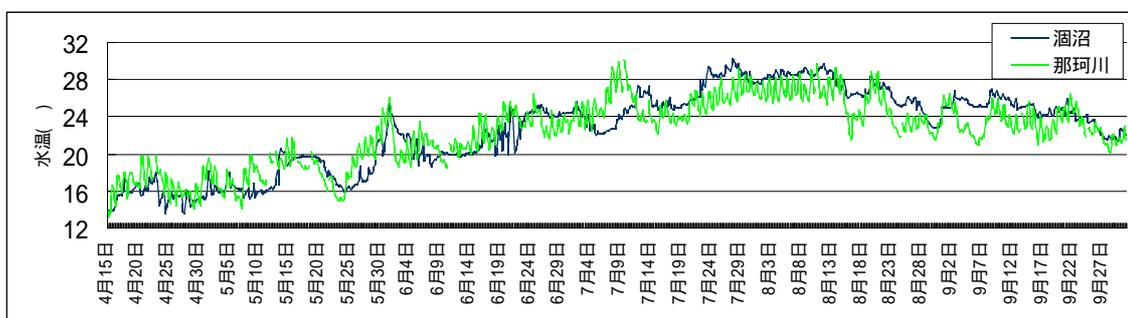


図 - 2 那珂川・濁沼の水温の推移

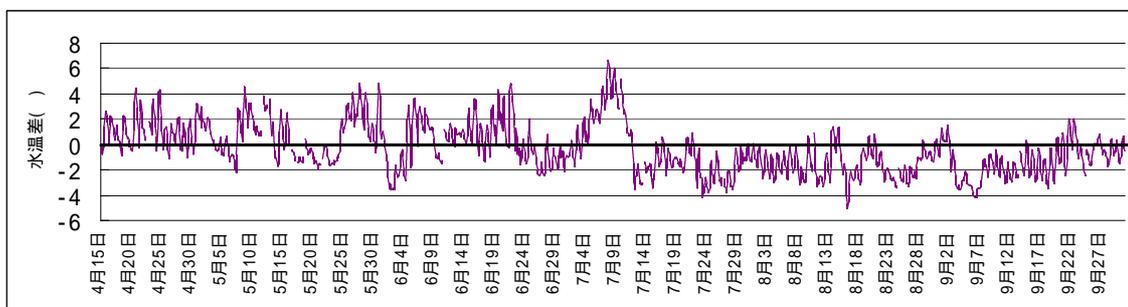


図 - 3 那珂川・濁沼の水温差(那珂川水温 - 濁沼水温)

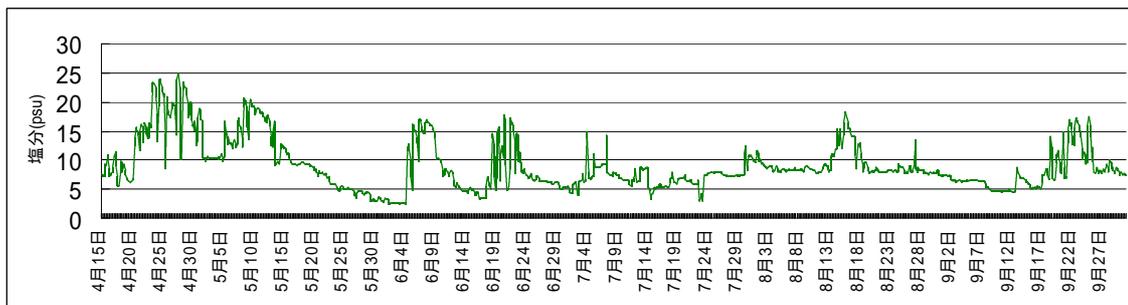


図 - 4 濁沼における塩分の推移

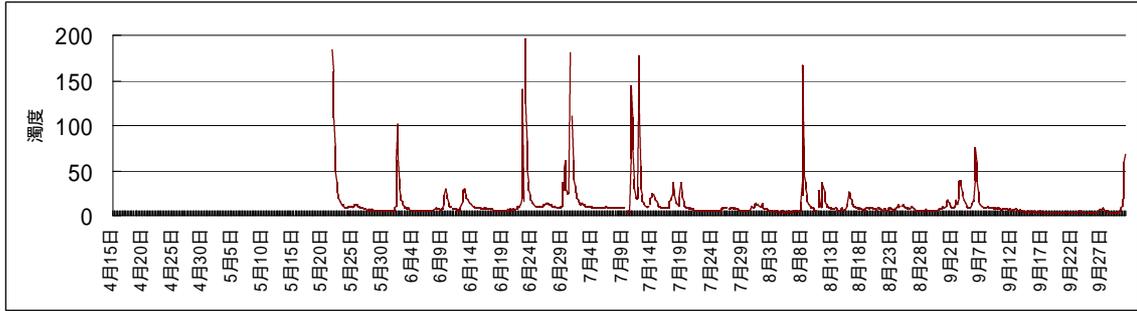


図 - 5 那珂川における濁度の推移

(2) 降海以前の稚魚の採集

放流から降海する秋季までの約半年間に涸沼および那珂川で採集された稚魚は 10,577 尾であった(表 2)。5 月には那珂川から涸沼、涸沼から那珂川へと水域間を移動した放流魚が確認された。10 月のサンプリングではスズキの稚魚は採集されなかった。

涸沼で採集された稚魚について、採集日ごとに涸沼放流魚 H1 に対する天然魚(W)及び那珂川放流魚 N の比を求め図 6 に示した。その結果、涸沼放流魚に対する天然魚 W の割合は 4 月下旬から 5 月上旬にかけて高くなった。また、涸沼放流魚 H1 に対する那珂川放流魚 N の割合は 5 月の下旬に高くなった。

表 - 2 降海以前の稚魚の採集結果

採集地点	採集月	採集尾数				計
		W	N	H1	H2	
涸沼	4月	39	0	10		49
	5月	8,347	161	203		8,711
	6月	322	9	10	14	355
	7月	283	18	16	8	325
	8月	387	19	11	2	419
	9月	102	0	4	3	109
計		9,480	207	254	27	9,968
那珂川	5月	153	97	14		264
	6月	314	11	3	0	328
	9月	17	0	0	0	17
計		484	108	17	0	609
合計		9,964	315	271	27	10,577

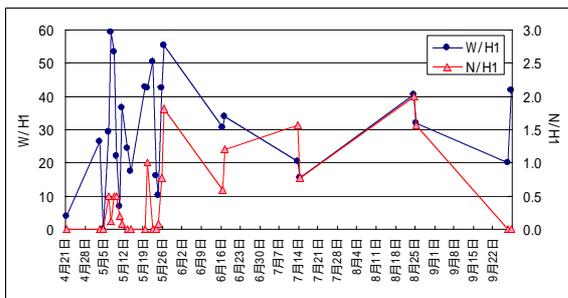


図 - 6 涸沼放流魚 H1 に対する天然魚 W と那珂川放流魚 N の割合

(3) 胃内容物調査

採集した稚魚の胃内容物について、採集水域別・餌料生物別に胃内充満度(胃内容物湿重量・魚体湿重量×100)を求め、全長との関係を図 7 に示した。涸沼、那珂川ともに稚魚が最も多く摂餌していたのはアミ類であった。最大の胃内充満度は涸沼が 6.8%、那珂川が 9.6%であったが、全体的には両水域の摂餌傾向について明確な差は認められなかった。

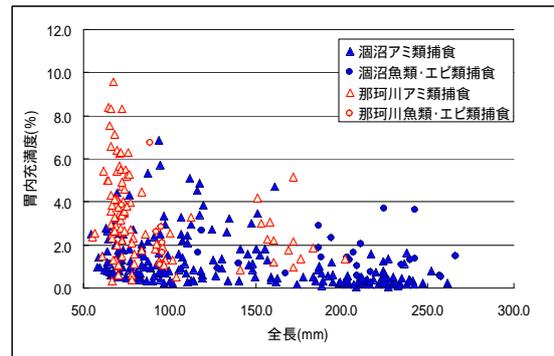


図 - 7 胃内充満度と全長の関係

(4) 稚魚の成長

放流後の那珂川放流魚 N と涸沼放流魚 H1 の成長について図 8 に示した。再捕された那珂川放流魚 N の平均全長は、放流から約 40 日ですでに涸沼放流魚 H1 よりも有意に小さくなっており(t < 0.05)、那珂川放流魚 N の成長が涸沼放流魚 H1 より劣っていたことが示された。

(5) 放流サイズ別の初期生残率の検討

スズキ稚魚の耳石長径と全長の関係を図 9 に示した。両者の関係は高い相関関係(R<sup>2</sup>=0.9652)の 1 次回帰式で表された。この結果から、再捕魚について耳石標識部位の長径を測定することにより、次式により放流時の全長を推定することが可能であった。

$$TL_{recapture(0)} = 20.571 \cdot OL_{ALC} + 5.7925 \quad \dots (1)$$

$TL_{recapture(0)}$  : 再捕魚の放流時の全長 (mm)

$OL_{ALC}$  : 再捕魚の耳石標識部位の長径 (mm)

そこで、那珂川と涸沼における放流サイズ別の初期生残率を比較するため、Yamashita(1994)が用いた Release Size Index(RSI)による検討を行った。あるサイズ  $TL(i)$  について、放流に供した稚魚のうち全長  $TL(i)$  の個体が占めた割合を  $a(i)$  とし、再捕魚のうち(1)式により放流時の全長が  $TL(i)$  であったと推定された個体が占める割合を  $b(i)$  とすると、RSI は次式により算出される。

$$RSI(i) = b(i) / a(i) \quad \dots (2)$$

RSI の値は、1 を越えればそのサイズの生残は平均より高く、1 を下回ればそのサイズの生残は平均より低いことを示す。

再捕魚について推定された放流時全長の頻度分布と放流に供した稚魚の全長の頻度分布及び RSI を図 10 に示した。これによると、涸沼放流魚 H1 では 20mm サイズで RSI が 1 以下となったが、30mm サイズと 40mm サイズはともに 1 以上となった。一方、那珂川放流魚 N では放流魚の平均的な大きさである 30mm サイズでも RSI は 1 以下であり、RSI が 1 以上となったのは 40mm サイズのみであった。

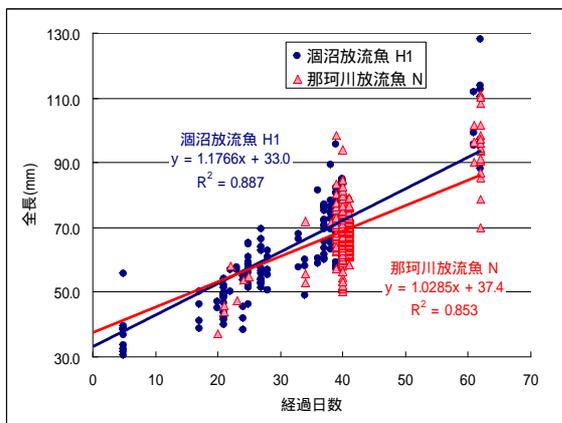


図 - 8 那珂川放流魚 N と涸沼放流魚 H1 の成長

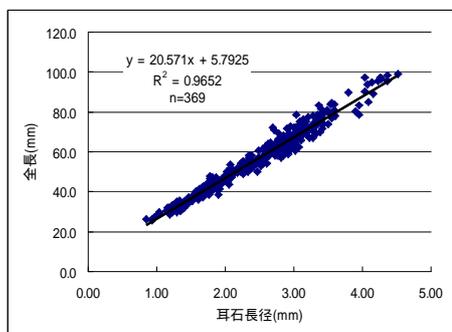
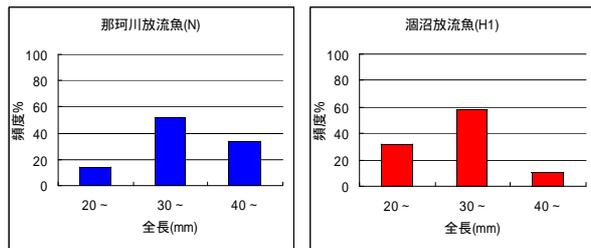
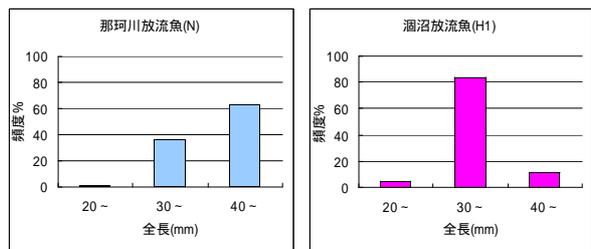


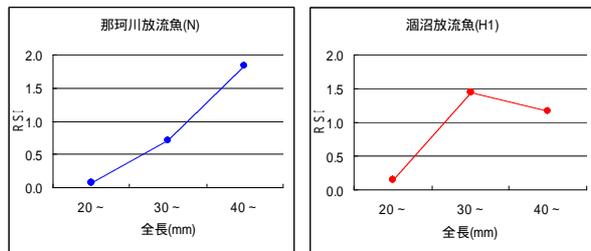
図 - 9 スズキ稚魚の耳石長径と全長



(a) 放流に供した稚魚の全長の頻度分布



(b) 再捕魚の推定放流時全長の頻度分布



(c) 各放流サイズの RSI (=b)/(a)

図 - 10 那珂川放流魚 H1 と涸沼放流魚 N における RSI

(6) 降海後の再捕率

那珂川と涸沼で稚魚が採集されなくなった 2004 年 10 月から 2005 年 10 月までの 1 年間における追跡調査結果を表 3 に示した。採集された 2004 年放流群は 1,243 尾であり、そのうち那珂川放流魚 N は 26 尾、涸沼放流魚 H1 は 19 尾であった。放流尾数と再捕尾数から求めた再捕率はそれぞれ 0.01% と 0.04% となり、那珂川放流魚 N の再捕率は涸沼放流魚 H1 の 1/4 であった。

表 - 3 降海後の稚魚の追跡調査結果

採集場所・時期	天然魚	那珂川魚放流N	涸沼放流魚H1	涸沼放流魚H2
大洗 2004.12.6 ~ 2005.1.28	503	11	7	6
那珂湊 (水試調査) 2005.2.10	12	1	0	0
大津 2005.3.1	96	3	3	0
平潟 2005.3.11 ~ 31	102	2	0	0
涸沼 2005.4.10 ~ 10.25	477	9	9	2
計	1,190	26	19	8
再捕率		0.010	0.040	0.029

考 察

低塩分環境への強い指向性により河口に出現したスズキ稚魚は、流速分布や塩分の傾斜などを巧みに利用しな

がら河川遡上を実現すると考えられている(田中・松宮, 1982)。那珂川河口から涸沼に至る水域の水理条件は複雑であるが、涸沼の湖水交換は主に潮汐と那珂川の水位流量に左右される(三村ら, 2002, 信岡ら, 2003)。4月下旬から5月上旬の涸沼内において、塩分濃度の上昇とともに涸沼放流魚 H1 に対する天然魚 W の割合が高くなったことから、海水由来の高塩分水塊侵入がきっかけとなって河口域から涸沼へスズキの天然稚魚が多く侵入した可能性が考えられた。信岡ら(2003)による数値シミュレーションによると、涸沼湖中央部まで高塩分水塊が侵入する頻度は年に 10 回程度と少ないことから、スズキ稚魚の良好な成育場とされる涸沼に大量の天然魚が出現するためには、海域における産卵量と河口域に達するまでの初期生残が良好であることに加え、稚魚の来遊時期と高塩分水塊の涸沼侵入時期がうまく一致することが重要であると考えられる。また、涸沼放流魚 H1 に対する那珂川放流魚 N の割合が高くなった5月の下旬には、那珂川上流部の降雨に伴う河川の濁度上昇と涸沼の塩分低下が観測されており、那珂川から涸沼への稚魚の移送に河川水の涸沼侵入が作用したと考えられた。このような河川流量の変動に伴う稚魚の移送は、河口域に生息する稚魚の海面への流出にも作用するおそれがある。

本調査により、那珂川における稚魚の成長が涸沼における稚魚の成長よりも劣ることが明らかにされた。稚魚の成長に影響を与える要因として、水温や餌料環境、流速の存在による消費エネルギーの違い等が考えられる。水温については那珂川の方が7月中旬まで高く推移していたことから、餌料環境の違いに差があったかもしれない。しかしながら、定点に一昼夜設置した漁具によって採集した稚魚の胃内容物調査からは、餌料環境の違いは明確にできなかった。稚魚の餌料として重要なのは両水域ともイサザアミを中心としたアミ類であった。湖沼におけるイサザアミの分布には日周期性があり、日中は湖底付近に分布し夜間には湖水中全体にほぼ均一に分布することが知られている(戸田ら, 1982)。涸沼ではこのイサザアミの鉛直分布がスズキ稚魚の摂餌生態と密接に関係していると考えられている(茨城県, 2000)。一方、河川感潮域では塩分水塊の外縁部にカイアシ類やアミ類などの餌料生物が高密度に集中分布することが多く、好適な餌料環境を形成するとされる反面、河川流量の増大により餌料環境が悪化する可能性もある(日比野ら, 1999, 藤田ら, 2006, Ueda *et al.*, 2004)。那珂川におけるアミ類の動態については明らかにされておらず、今後、涸沼と那珂川における餌料環境が稚魚の成長に与える影響を解明するためには、餌料生物および稚魚の時空間分布と摂

餌状況の経時変化を同時に把握することが可能な調査計画が必要であろう。

涸沼においては全長 30mm 以上の稚魚であれば良好な生残が期待できることが報告されている(山崎, 2000)。本調査結果から求めた RSI の比較により、涸沼放流魚 H1 では 30mm サイズと 40mm サイズの値にほとんど差がないのに対し、那珂川放流魚 N では大きな差が認められた。このことは、涸沼と那珂川では各サイズの稚魚の減耗状況が異なることを示唆している。降海後の追跡調査により得られた那珂川放流魚 N の再捕率は涸沼放流魚 H1 よりも低かった。これらの結果から、那珂川で涸沼と同様の再捕率を得るためには、より大型の稚魚放流が必要であったと推察された。

河川河口域においては、物理的・生物的環境要因を短期間のうちに変動させる河川流量の変動が魚類の加入・生残を左右する重要なファクターとなる(小路ら, 2006)。本調査で観測された那珂川放流魚の低成長や初期減耗も那珂川の水理条件が影響した結果であると考えられる。今後、種苗放流によるスズキの資源増大を検討するのであれば、より水理条件の変化が小さく、高い成育場機能を有していることが確認されている涸沼中心の事業展開を検討するべきであろう。このため、涸沼の環境特性を正しく理解するとともに、茨城県沿岸のスズキ資源量変動に対する涸沼の重要性を評価することが求められる。

## 要 約

- (1) 那珂川と涸沼における稚魚の生態や成長・生残等を比較することにより、河川の成育場としての機能について検討を行った。
- (2) 那珂川・涸沼に生息する稚魚の移動分布には水理条件が影響すると考えられた。
- (3) 那珂川放流魚の成長は涸沼放流魚よりも劣っていた。
- (4) 那珂川放流魚の再捕率も涸沼放流魚より低く、那珂川における稚魚の生残が悪いことが推察された。
- (5) 水理環境が不安定な河川感潮域の成育場機能は、那珂川は涸沼と比較して劣る可能性が高いと結論付けた。

## 文 献

- 山崎幸夫(1997) 汽水湖涸沼に放流したスズキ人工種苗の移動・分散と成長. 茨城水試研報, 35, 1-7.
- 山崎幸夫(2000) ALC耳石標識を用いたスズキ稚魚の放流サイズと生残の検討. 茨城水試研報, 38, 9-13.
- 松宮義晴・上之園修一・田中克・代田昭彦・山下輝昌(1981) 有明海筑後川河口域におけるスズキ稚魚に関

- する研究 - 河川域における分布と現存量 - . 水産海洋研究会報, 37, 6-13 .
- 茨城県水産試験場(2003) 平成 14 年度資源増大技術開発事業報告書(魚類Aグループ), 茨城県 1-18 .
- 信岡尚道・三村信男・根本隆夫・布目彰一・齊川義則・大竹佑馬(2003) 汽水湖への塩分侵入の過程と条件 - 茨城県澗沼流域の現地観測 - . 海岸工学論文集, 50, 401-405 .
- Y.Yamashita, S.Nagaoka, H.Yamada and D.Kitagawa(1994) Effects of release size on survival and growth of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in coastal waters of Iwate prefecture . Mar. Ecol. Prog. Ser. , 105 , 269-276 .
- 田中克・松宮義晴(1982) スズキの初期生活史 - 稚魚への移行過程を中心に - . 栽培技研, 11(2), 49-65 .
- 三村信男・信岡尚道・三日市圭史・布目彰一・横木裕宗・根本隆夫(2002) 水質改善に向けた感潮支川・湖沼の塩分動態の解析 - 澗沼川・澗沼を対象として - . 海岸工学論文集, 49, 336-340 .
- 戸田任重・高橋正征・市村俊英(1982) 霞ヶ浦におけるイサザアミ(*Neomysis intermedia*)の鉛直・水平分布と生物量の季節変化 . 国立公害研究所調査報告, 22, 148-156 .
- 茨城県水産試験場(2000) 平成 7 ~ 11 年度放流技術開発事業報告書(回遊性魚類;スズキ), 茨城県 1-24 .
- 日比野学・上田拓史・田中克(1999) 筑後川河口域におけるカイアシ類群集とスズキ仔稚魚の摂餌 . 日本水産学会誌, 65, 1062-1068 .
- 藤田真二・木下泉・青山大輔・川村嘉応・碓井利明(2006) 有明海奥部六角川河口域におけるスズキ稚魚の分布と食性 . 平成 18 年度日本水産学会大会講演要旨集, 112 .
- H.Ueda, A.Terao, M.Tanaka, M.Hibino and M.S.Islam (2004) How can river-estuarine planktonic copepods survive river floods? Ecol. Res., 19, 625-632 .
- 小路淳・鈴木啓太・田中克(2006) 2005 年春期の筑後川河口域高濁度水塊における物理・生物環境に対する潮汐および河川流量の影響 - スズキ成育場としての評価 - . 水産海洋研究, 70(1), 31-38 .