

霞ヶ浦におけるペヘレイ (*Odonthestes bonariensis*) の生活史

—産卵期, 成長, 成熟, 食性—

半澤 浩美・久保田 次郎・堀 直

Key words : Lake Kasumigaura (霞ヶ浦), Pejerrey (ペヘレイ), Spawning season (産卵期), Growth (成長), Maturity (成熟), Food habits (食性)

1. はじめに

霞ヶ浦は、古くから漁業の盛んな水域であり、1970年代の年間総漁獲量は1万トンを超えていた。しかし、1980年代以降、ワカサギ、ハゼ類、テナガエビといった在来有用種の漁獲量は漸減し、2002年の年間総漁獲量は2千トンを割り込んだ(農林水産統計年報)。その一方で、張網漁業やトロール漁業では、ペヘレイ、アメリカナマズ、ブルーギル、オオクチバス等の外来魚の混獲量が増加している。

南米アルゼンチン原産の外来魚であるペヘレイ (*Odonthestes bonariensis*) は、霞ヶ浦では1988年に初めて生息が確認された(根本, 1995)。その後徐々に一般漁業での混獲がみられるようになり、1994年にはワカサギ漁で大量に混獲された(春日ら, 1997; 根本, 1995)。1995年以降混獲量は減少したものの、1998年から再び急増し、特に1999年7月のワカサギ漁の解禁時には大量に混獲されるに至った。7月頃に大量に混獲されるペヘレイは、魚体サイズがワカサギと同程度であることから、選別等操業上の問題を生じさせた。また本種の分布域はワカサギ、シラウオと競合すると考えられる(春日ら, 1997; 根本, 1995) ことから、両種の仔稚魚に対する食害や、餌料競合等の影響も懸念されている(根本, 1995)。

本研究では、霞ヶ浦におけるペヘレイに関して、産卵期および成長と成熟、食性について明らかにした。

2. 方 法

(1) 採集方法

標本調査は、2000年4月から2002年12月まで毎月1回程度、漁業者が操業した張網漁業(小型定置網)及びわかさぎ・しらうおひき網漁業(以下「トロール」と称する)によって得られた漁獲物について行った。また、内水面水産試験場がアユやワカサギ稚魚等の採集を目的として行ったビームトロール(以下「ビームトロール」と称する)や、ワカサギ漁期前調査(以下「試験トロール」と称する)により得られた標本についても、適宜解析に供した。

張網の操業地点(図1)は、玉造町八木蔭地先、高須地先および美浦村大須賀津地先の3ヶ所である。トロールの操業地点は、湖心付近である。ビームトロールの曳網は、根本ら(1998)の方法に基づいて行った。試験トロールは、3地点(湖心、土浦入、高浜入)で行った。曳網速度は約3ノットで、各地点での操業時間は20分とした。曳網は、湖心では上層曳き(水深約1m層)と下層曳き(水深約5m層)を行い、他地点は下層曳きで行った。

(2) 解析方法

成長・成熟

採集した標本は、生鮮状態で体長と体重を測定した。さらに張網で得られた個体については、禁漁期である2月を除き周年採集が可能であることから、成熟状況を調べるため、開腹して雌雄を確認し生殖腺重量を測定した。生殖腺体指数(GSI)は、以下

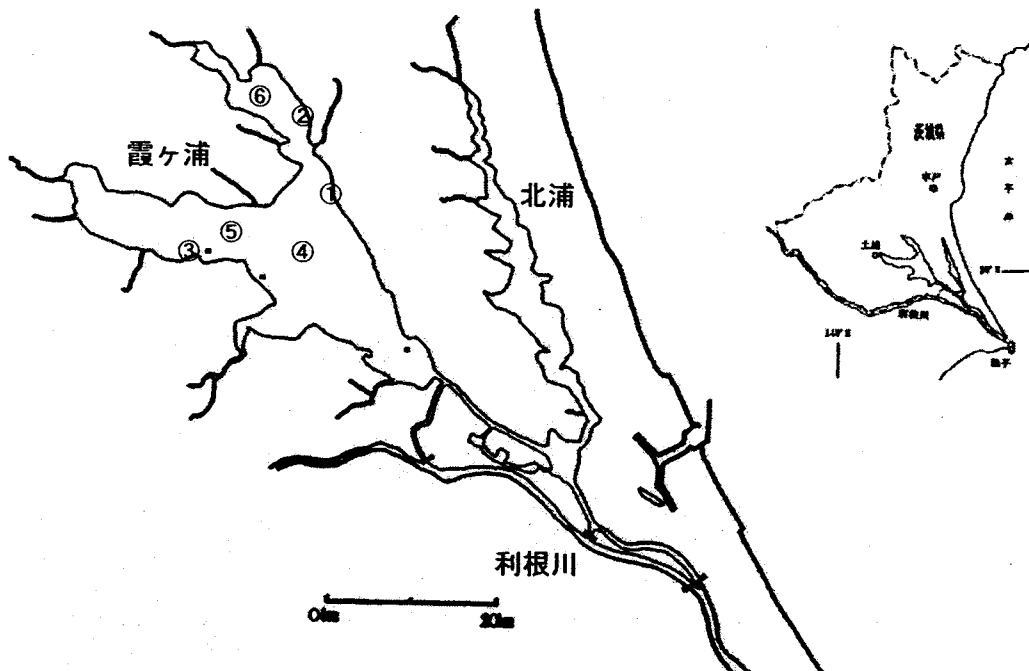


図1 霞ヶ浦北浦の調査地点

張網操業地点 : ①高須, ②八木蒔, ③大須賀津
 トロール操業地点 : ④湖心,
 試験トロール操業地点 : ④湖心, ⑤土浦入, ⑥高浜入
 操業日誌の張網設置地点: .

の式を用いて求めた。

$$GSI = \text{生殖腺重量} / \text{体重} \times 100$$

食性

食性調査は、2000年5月から2001年1月にトロールで得られた個体について行った。体長100mm未満の個体は、生鮮状態で体長及び体重を測定後、10%ホルマリンで固定し、後日消化管を取り出し観察に供した。体長100mm以上の個体は、生鮮状態で魚体を測定した後に消化管を取り出し、10%ホルマリンで固定後、内容物を観察した。

消化管内容物の観察は、ペヘレイが無胃魚であるため、消化管のうち食道末端から最初の屈曲部までについて、実体顕微鏡下で行った。餌料出現率(%F)は淀・井口(2003)に従い、以下のとおりとした。

$$\%F = (\text{ある生物を捕食していた個体数} / (\text{総個体数} - \text{空胃個体数})) \times 100$$

3. 結果

(1) 成長と成熟

1) 体長組成の経月変化

ペヘレイは、トロール(以下トロール、ビームトロール、試験トロールを含めて「トロール」とする)では2000年5月から2002年12月にかけてのほぼ毎月、張網では2000年4月から6月、12月、2001年4、5月及び12月、2002年1月及び3月から5月と10月、12月に採集された(表1)。得られた標本の体長組成を、漁法別にトロールについては図2 aに、張網については図2 bに示した。

トロールで採集されたペヘレイの体長組成は、2000年5月下旬から11月下旬まで大小二群が認められた(図2 a)。小型群の推移をみると、2000年5月下旬から6月上旬に体長20~40mm前後で出現し、7月下旬に体長70~100mm程度になり、11月には体長110~160mmに達していた。この群と同様の変化を示す個体群は、2001年と2002年にも採集された。他方、大

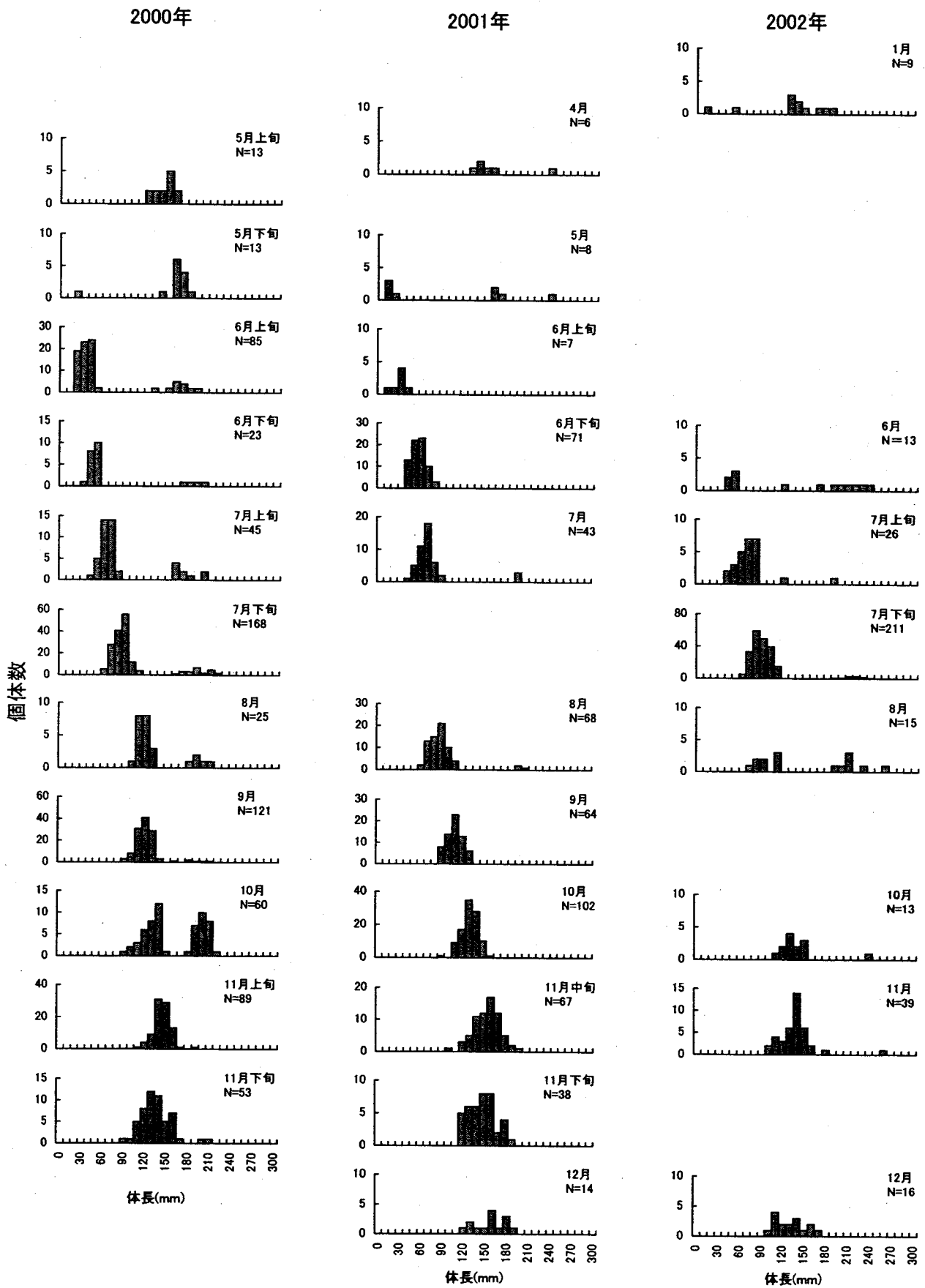


図2 a トロールで採集されたベヘレイの体長組成の推移

2000年

2001年

2002年

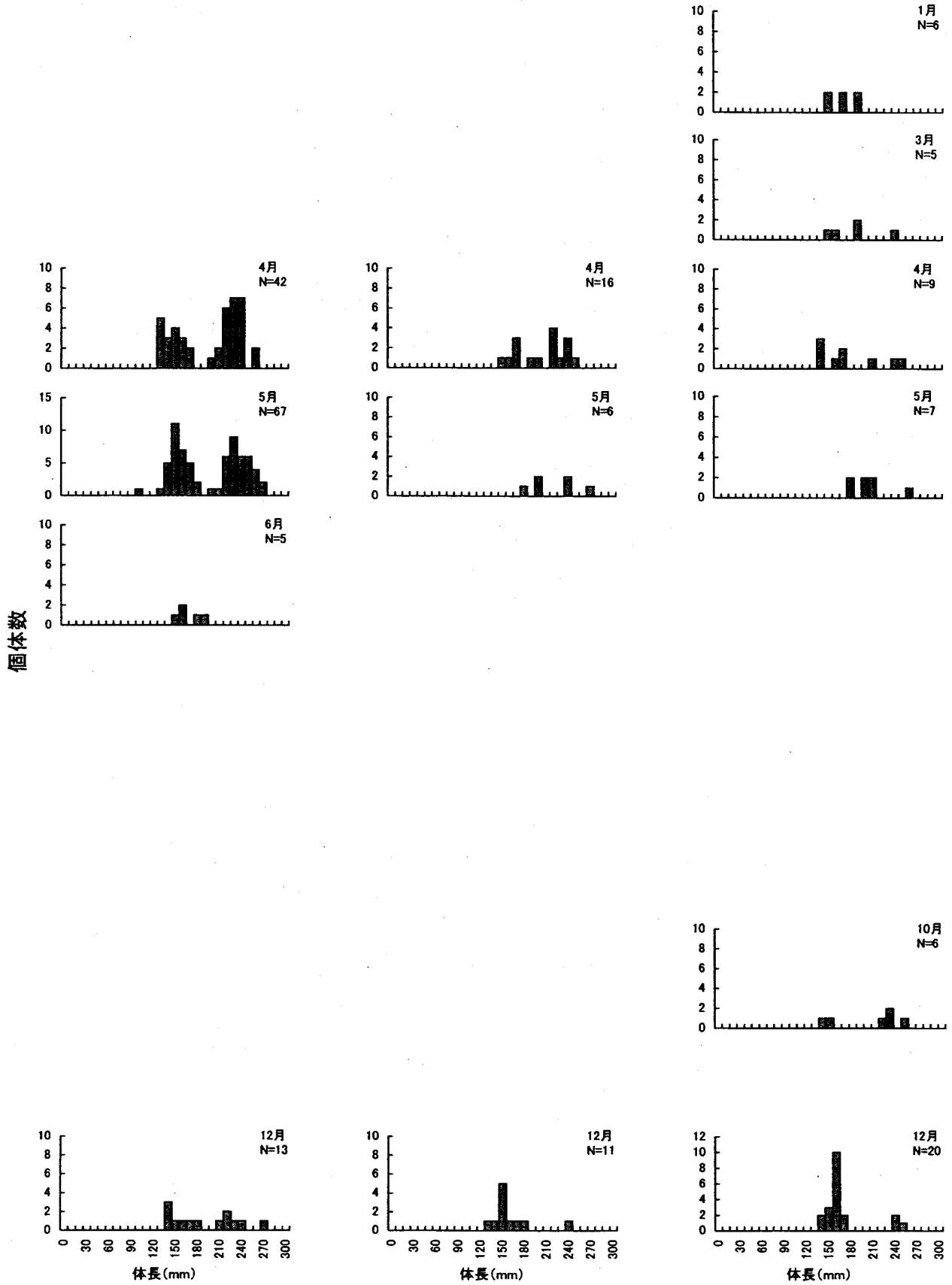


図 2 b 張網で採集されたベヘレイの体長組成の推移

表1 年別漁法別ペヘレイの採集個体数

2000年	漁法	採集数	2001年	漁法	採集数	2002年	漁法	採集数
4月	張網	42	4月	張網	16	1月	張網	6
5月	〃	67	5月	〃	6	3月	〃	5
6月	〃	5				4月	〃	9
12月	〃	13	12月	〃	11	5月	〃	7
						10月	〃	6
						12月	〃	20
5月上旬	ビームトロール	13	4月	ビームトロール	6	1月	ビームトロール	9
5月下旬	〃	13	5月	〃	8	6月	〃	13
6月上旬	〃	85	6月上旬	〃	7			
6月下旬	試験トロール	23	6月下旬	試験トロール	71	7月上旬	試験トロール	26
7月上旬	〃	45						
7月下旬	トロール	168	7月下旬	トロール	43	7月下旬	トロール	211
8月	〃	25	8月	〃	68	8月	〃	15
9月	〃	121	9月	〃	64			
10月	〃	60	10月	〃	102	10月	〃	13
11月上旬	〃	89	11月中旬	〃	67	11月	〃	39
11月下旬	〃	53	11月下旬	〃	38			
			12月	〃	14	12月	〃	16

型群の推移をみると、2000年5月上旬に体長150mm前後で出現し、10月には体長190~210mmに達していた。

張網では、ペヘレイは主に4月から6月に採集され、その体長組成は150mm前後と240mm前後の二峰型を示した(図2b)。また、7月から11月まではほとんど採集されず、2002年10月に6個体採集されたのみであった。10月と12月の体長組成は、150mm前後と240mm前後に二峰型が認められた。

2) GSIの経時的変化と成熟サイズ

張網で採集されたペヘレイのGSIの変化(図3)を見ると、3月から5月に雄で2以上、雌で10以上とGSIが高い個体がみられ、それ以外の月は標本数が少ないものの、低い値を示す傾向が認められた。

成熟サイズを明らかにするため、GSIが高い傾向がみられた3月から5月に注目して、採集された個体の体長とGSIの関係を年別に図4に示した。年ごとに若干の違いがあるものの、雄でGSI 2以上の個体は体長130mm以上で、雌でGSI 10以上の個体は体長170mm以上でみられるようになった。また、雄は体長190mm以上でGSI 1以上、雌は体長210mm以上で

ほとんどの個体がGSI 2以上を示した。

3) 産出卵の確認

2002年5月21日に、美浦村大須賀津地先に設置された張網の垣網部分(湖岸距離約100m、水深約2m)の付着卵を持ち帰り、実験室で孵化した仔魚を同定した。その結果、ペヘレイ仔魚であることが確認され(図5)、霞ヶ浦での再生産が確かめられた。

(2) 小型群および大型群の消化管内容物

ペヘレイの消化管内容物として、枝角類、カイアシ類、イサザアミ、テナガエビ、ハゼ類、シラウオ、その他魚類、ユスリカ幼虫、陸生昆虫、その他の10項目が観察された。これら10項目の餌料について、各月の餌料出現率を、体長組成から分離した小型と大型群別に表2及び表3に示した。

1) 小型群の餌料出現率の経月変化(表2)

出現率が高かった餌料をみると、6月はカイアシ類(73.2%)とイサザアミ(70.2%)で、7月はイサザアミ(53.7%)、8月と9月は枝角類(82.4%, 89.5%)であった。さらに10月にはテナガエビ(62.1%)と

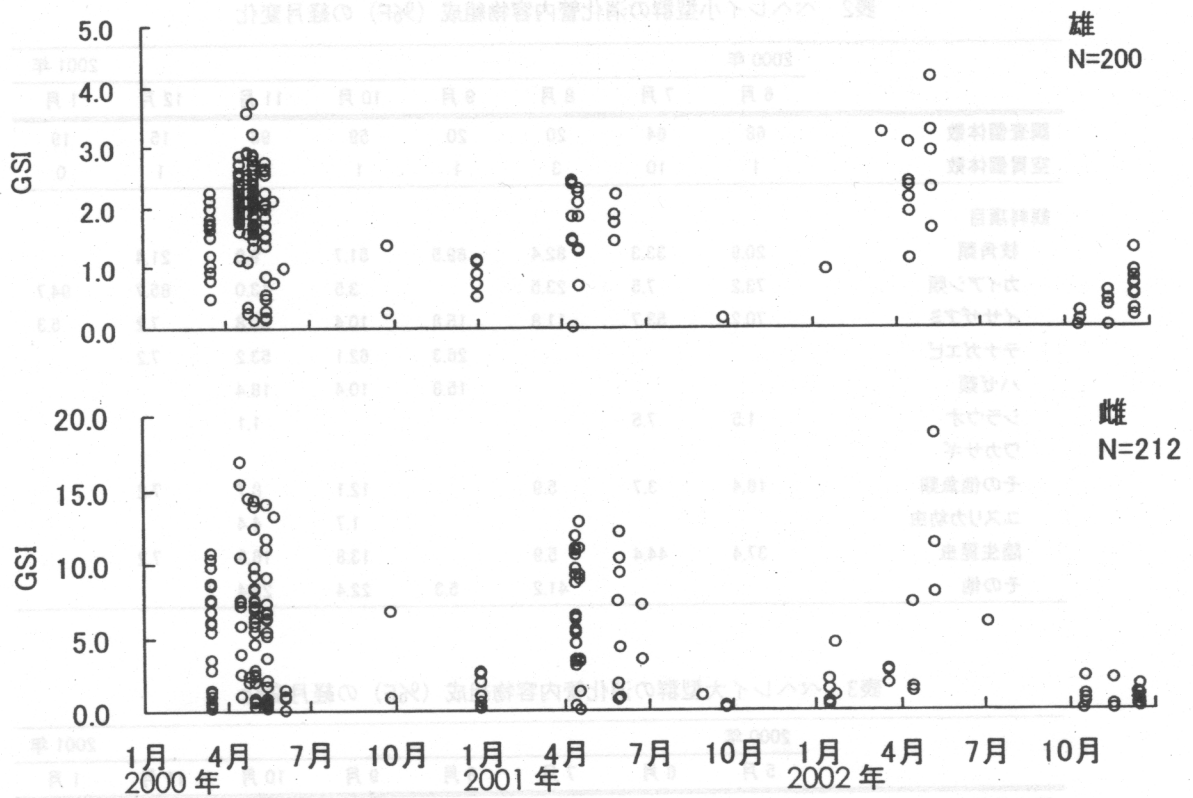


図3 張網で採集されたベヘレイのGSIの季節変化

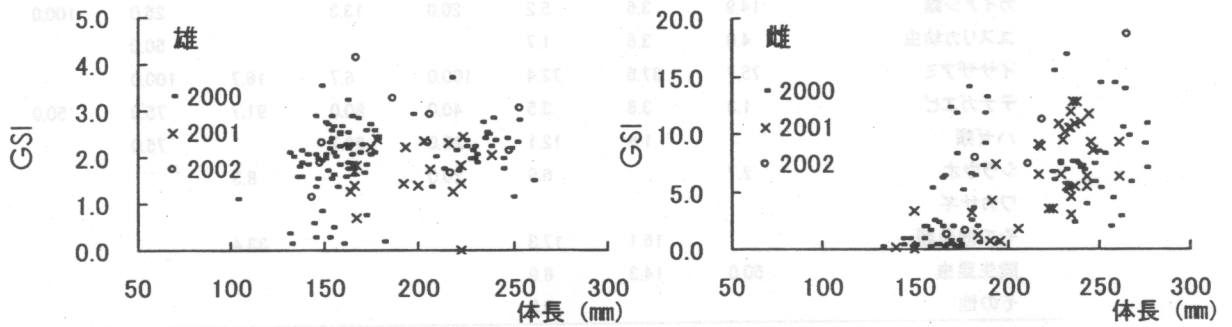


図4 3月から5月に張網で採集されたベヘレイの体長とGSIの関係

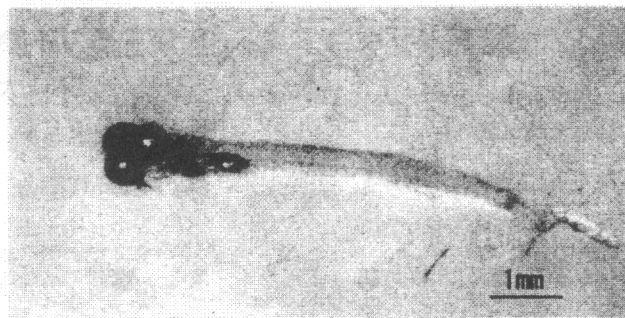


図5 美浦村地先で採集した卵からふ化したベヘレイ仔魚

表2 ベヘレイ小型群の消化管内容物組成 (%F) の経月変化

	2000年							2001年
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
調査個体数	68	64	20	20	59	98	15	19
空胃個体数	1	10	3	1	1	6	1	0
餌料項目								
枝角類	20.9	33.3	82.4	89.5	51.7	9.8	21.4	
カイアシ類	73.2	7.5	23.5		3.5	13.0	85.7	94.7
イサザアミ	70.2	53.7	11.8	15.8	10.4	60.8	7.2	5.3
テナガエビ				26.3	62.1	53.2	7.2	
ハゼ類				15.8	10.4	18.4		
シラウオ	1.5	7.5				1.1		
ワカサギ								
その他魚類	16.4	3.7	5.9		12.1	8.7	7.2	
ユスリカ幼虫					1.7	4.4		
陸生昆虫	37.4	44.4	5.9		13.8	16.3	7.2	
その他			41.2	5.3	22.4	29.4		

表3 ベヘレイ大型群の消化管内容物組成 (%F) の経月変化

	2000年							2001年
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	1月
調査個体数	82	61	61	5	15	13	4	2
空胃個体数	8	5	3	0	0	1	0	0
餌料項目								
枝角類	2.7		27.6		66.7	41.7		
カイアシ類	14.9	3.6	5.2	20.0	13.3		25.0	100.0
ユスリカ幼虫	4.0	3.6	1.7				50.0	
イサザアミ	75.7	87.5	72.4	100.0	6.7	16.7	100.0	
テナガエビ	1.3	3.6	3.5	40.0	80.0	91.7	75.0	50.0
ハゼ類		1.8	12.1	20.0	26.7		75.0	
シラウオ	2.7		6.9	20.0		8.3		
ワカサギ								
その他魚類		16.1	17.3			33.4		
陸生昆虫	50.0	14.3	6.9					
その他			3.5					

枝角類 (51.7%), 11月はイサザアミ (60.8%) とテナガエビ (53.2%), 12, 1月にはカイアシ類 (85.7%, 94.7%) へと変化した。

2) 大型群の餌料出現率の経月変化 (表3)

出現率が高かった餌料をみると, 5月から8月まではイサザアミ (75.7%, 87.5%, 72.4%, 100.0%) であった。9月はテナガエビ (80.0%) と枝角類 (66.7%) であり, 10月はテナガエビ (91.7%) であった。さらに, 11月はイサザアミ (100.0%) とテナ

ガエビ (75.0%), ハゼ類 (75.0%) であり, 1月はカイアシ類 (100.0%) と変化した。

なお, 小型群と大型群で枝角類とカイアシ類の出現率を比較すると, 両湖沼とも大型群の方が低い傾向が認められた。

4. 考 察

(1) 霞ヶ浦における産卵期

本研究において, 3月から5月にベヘレイのGSI

は雌雄ともに高い値を示し、特に雌では完熟とされるGSI 10以上（鈴木，1982）を示す個体が採集された。さらに、2002年5月21日にはベヘレイ産卵が霞ヶ浦で初確認された。また、本研究で採集されたベヘレイの最小個体は、2001年5月25日に得られた体長12.2mm、体重14mgの個体であった。この個体が産卵された時期をふ化日数（戸田ら，1995）と初期成長（戸井田・城条，1990）から推定すると4月中旬～下旬となった。ベヘレイの産卵は15℃前後になると始まり18～20℃が最盛期となる（戸田ら，1995）とされているが、霞ヶ浦の水温は4月中旬頃から5月にかけて15℃から20℃を示す（茨城内水試，未発表）。これらのことから、霞ヶ浦におけるベヘレイの産卵期は4月から5月であると推定され、5月下旬から6月上旬に体長10～50mm前後で採集される個体群はその年生まれの0歳魚群であると判断できる。

一方、2002年1月10日にも、体長17mmの個体が採集された。この個体は、飼育条件下で成長停滞するとされる水温15℃未満（戸田ら，1995）の時に採捕されているので、霞ヶ浦の水温が15℃以上の時期に遡り、それ以前の成長可能な時期における成長速度（戸井田・城条，1990）から産卵された時期を推定すると、2001年9月中旬頃となる。したがって、本個体は秋季生まれの個体と考えられた。秋季生まれとみられる小型個体群は、根本（1995）の調査においても1993年12月から1994年1月に採集されていた。

以上のことから、霞ヶ浦のベヘレイの主要な産卵期は4月から5月であるが、秋季にも産卵すると考えられる。このことは、過去に霞ヶ浦でベヘレイの産卵可能期が春から秋までと推定されている（根本，1995）ことや、原産地アルゼンチンでは産卵が春と秋に行われる（戸田ら，1995）という知見と一致した。

(2) 湖内での成長と成熟

1) 成長

産卵期の推定の結果、トロールで5月下旬から6

月上旬に体長10～50mm前後で採集される個体が0歳魚群であると判断された。さらに体長組成の変化から、以下の成長過程が推定された。すなわち、5月下旬から6月上旬に体長10～50mm前後であったベヘレイは、7月に体長70～100mm程度になり、11、12月には体長120～160mmに達する。その後は、水温低下のため成長は停滞し、次年の4～5月上旬に体長150mm前後の1歳魚群になる。1歳魚群は10月上旬に体長200～220mmに達し、12月には体長240mm前後に成長する。この群は冬季の成長停滞の後、次年の4、5月に2歳魚群となる。以上の霞ヶ浦における成長は、津久井湖や池中養成での成長（小林ら，1979）と同等であった。また、2000年にトロールで採集されたベヘレイに認められた大小二群は、小型群が0歳魚群、大型群が1歳魚以上群に相当すると考えられた。

ところで、トロールでは主に体長200mm未満の個体が得られたのに対し、張網では体長200mm以上の大型個体が得られ、漁法により採集サイズに違いが認められた。このことから、成長とともに遊泳力が増しトロールから逃避する可能性が高まることや、成長に伴い生息域や遊泳層が変わる可能性が考えられる。

また、霞ヶ浦では2歳魚群は張網でも6月以降採集されなくなり、さらに、本研究中、体長300mm以上の個体を得ることはできなかった。津久井湖では、個体数は少ないものの、3年魚が3月に体長329mmで、4年魚が5月に体長408mmで採集されている（小林ら，1979）。霞ヶ浦北浦のベヘレイは、漁獲圧が高いため残存数が極めて少なくなっている可能性が考えられる。

2) 成熟

成熟サイズをみると、GSIが高い個体は雄で体長130mm以上、雌で体長170mm以上であった。産卵期である4、5月にベヘレイ1歳魚は体長150mm前後に達することから、雄の場合1歳魚から再生産活動に

参加可能と推測される。他方、雌では満1歳で成熟サイズに達するのは一部の個体と推測され、主に満2歳から再生産活動に参加すると考えられる。他の水域をみると、池田池において雌の場合、全長18cm(体長15cm)からは成熟サイズに達していることが明らかとなっており(内藤, 1992)、水田を利用した養殖池では体長10cm前後の1年魚が産卵した(戸田ら, 1995)ことが報告されている。一方、成熟年齢については、満2年で成熟産卵する(鈴木, 1982)とされている。霞ヶ浦での結果は、これら他水域での知見と合致するといえる。

(3) 食性

本研究の結果、霞ヶ浦のベヘレイは、枝角類、カイアシ類、イサザアミ、テナガエビ、ユスリカ類、陸生昆虫、魚類等を摂餌しており、過去の調査(茨城内水試, 2000; 根本, 1995)同様、多様な餌料生物を摂餌することが確認された。特に、枝角類とカイアシ類といった小型動物プランクトンとイサザアミは、0歳魚群、1歳魚以上群ともに高頻度で摂餌されており、ベヘレイの重要な餌料であることが判明した。これは、ベヘレイの食性は動物プランクトン食であるという津久井湖における結果(鈴木ら, 1975)と同様であった。また、霞ヶ浦では9月以降テナガエビを摂餌する頻度が高くなっていた。池田池における調査では、ベヘレイがスジエビを主要な餌料とすることが明らかになっている(内藤, 1992)。さらに霞ヶ浦では、陸生昆虫を比較的高い頻度で摂餌していることが確認されたが、ベヘレイは誘蛾灯無給餌飼育で十分に成育が図られることが明らかになっており(大友ら, 1999)、自然条件下でも陸生昆虫の摂餌は積極的に行われていることが示唆された。

一方、魚類の被食について、最も高かった餌料出現率でみると、0歳魚群で16.4%、1歳魚以上群で33.4%であり、春日ら(1997)が示した、体長180mm以上の個体の餌料組成は50%以上魚類である、と

いった強い魚食性は認められなかった。

次に、ベヘレイが利用する餌料は、0歳魚群、1歳魚以上群ともに季節変化が認められた。特に枝角類及びカイアシ類、テナガエビ、イサザアミの利用については、これらの餌料生物の生息密度との関係がうかがえた。枝角類は主に8月から10月に、カイアシ類は6月と11月から1月に利用されていたが、2000年度に実施した霞ヶ浦のプランクトン調査の結果によれば、枝角類は8~11月に分布密度が高く、カイアシ類は周年出現していた(谷村, 2002)ことが明らかになっている。テナガエビは9月から12月に利用されていたが、テナガエビの稚エビは9月以降に出現する(島本, 1970)ことから、資源尾数が増大した時期に利用したと考えられる。さらに、6月と7月、11月に主に利用されていたイサザアミについては、霞ヶ浦での生息密度が春と秋に高く、夏は著しく小さかったことが報告されている(戸田, 1982)。これらのことから、霞ヶ浦のベヘレイは、湖内の餌料生物の出現時期や密度に合わせて利用する餌料を変化させるといえる。また、1歳魚以上は0歳魚と比較して、枝角類及びカイアシ類の餌料出現率が低かったことから、成長に伴って、より大型の餌料生物を捕食するようになるかと推測された。

本研究では、懸念されていたベヘレイによるワカサギの捕食は認められず、シラウオの捕食の頻度も低いものであった。しかし、ワカサギとシラウオが仔魚期である3月と4月の標本は得られておらず、周年の食性は明らかにならなかった。この時期の食性を把握することが、今後の課題である。

5. 要約

霞ヶ浦でベヘレイの生態調査を行い、以下の結果を得た。

- (1) 主要な産卵期は4、5月であり、稚魚の出現時期から秋季の産卵も示唆された。2002年5月には、霞ヶ浦で産出卵を確認した。
- (2) 霞ヶ浦のベヘレイは、ふ化後5月下旬に10~30mm

程度，7月に70～100mm，12月には120～160mm程度に成長する。翌年の12月には体長240mm程度に達する。

(3) 霞ヶ浦のペヘレイは，雄で体長約130mmから，雌で体長約170mmから一部の個体が成熟する。さらに成長過程を考慮すると，雄で生後1年目から，雌では生後2年目から再生産に加わると考えられた。

(4) ペヘレイは多様な生物を摂餌し，その食性を湖内の餌料生物の出現時期や密度に合わせて変化させると推測された。餌料出現率から見ると，霞ヶ浦では強い魚食性は認められなかった。

謝 辞

本研究を行うにあたり，東京水産大学（現東京海洋大学）ストルスマン・カルロス助教授には，ペヘレイ仔魚の同定についてご教示頂いた。また魚体採集については，玉造漁業協同組合理事の坂本瑞夫氏ならびに斉藤邦夫氏，美浦村漁業協同組合の塚本忠氏，霞ヶ浦町漁業協同組合理事の貝塚良雄氏を始めとする霞ヶ浦の漁業者の方々に快くご協力頂いた。以上の方々に深く感謝の意を表す。

なお，本研究は，平成12年から14年にかけて新養殖技術開発事業（新魚種開発協会より受託）により実施したものである。

引用文献

- 茨城県内水面水産試験場（2000）：平成11年度河川・湖沼総合浄化促進事業報告書，茨城県内水面水産試験場。
- 春日清一・小高 聡・山根爽一（1997）：霞ヶ浦のペヘレイ定着とその将来。霞ヶ浦臨湖実験施設研究発表会講演報告集，11，国立環境研究所，42-46。
- 小林良雄・作中 宏・佐藤 茂・小山忠幸・鈴木規夫（1979）：津久井湖におけるペヘレイの生長について。神奈川県淡水魚増殖試験場報告，15，78-87。
- 内藤 馨（1992）：新居浜市池田池におけるペヘレイの放流と追跡調査。愛媛県水産試験場研究報告，5，57-66。
- 根本隆夫・中村 誠・杉浦仁治（1998）：霞ヶ浦水系におけるアユの生態学的研究-Ⅲ 霞ヶ浦における再生産個体群の出現と増加のメカニズム。茨城県内水面水産試験場研究報告，34，1-21。
- 根本 孝（1995）：霞ヶ浦におけるペヘレイの生態-1。茨城県内水面水産試験場研究報告，31，23-29。
- 大友時夫・大森勝夫・中村智幸・手塚 清（1999）：ペヘレイ養殖試験-環境比較試験-。栃木県水産試験場研究報告，42，75-78。
- 島本信夫（1970）：霞ヶ浦におけるテナガエビ *Macrobrachium nipponense* (De Haan)の増殖に関する生態学的研究。東京水産大学大学院修士論文。
- 鈴木規夫（1982）：外来新魚種の増養殖 3) ペヘレイについて。日本水産資源保護協会月報，214，12-17。
- 鈴木規夫・成岡俊男・小山忠幸・高橋昭夫（1975）：津久井湖におけるペヘレイ (PEJERREY) *Odontesthes bonariensis* (C&V) の食性について。神奈川県淡水魚増殖試験場報告，12，51-56。
- 谷村明俊（2002）：2000年度霞ヶ浦北浦環境調査結果(3) プランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告，37，80-86。
- 戸田久仁雄・利波之徳・安田直弘・鈴木 栄（1995）：ペヘレイの養殖技術，(社)新魚種開発協会。
- 戸井田伸一・城条義興（1990）：ペヘレイ健苗量産技術開発試験-I ペヘレイの初期生物餌料の検討。神奈川県淡水魚増殖試験場報告，26，17-24。
- 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，B22，148-156。
- 淀 太我・井口恵一郎（2003）：長野県青木湖と野尻湖におけるコクチバスの食性。魚類学雑誌，50 (1)，47-54。