

8. ズワイガニ増殖試験

松本 勉・小林啓二

目 的

本県のズワイガニの漁獲量は、1970年以降急激に減少し始め1986年の漁期には最盛期の10分の1以下で減少の一途をたどっている。このため資源増殖対策として大和堆からの移植放流や保護区の設定、漁獲の自主規制等が行われている。

しかし、本種の資源管理は生物特性や漁業経営等の実情から多くの問題を残している。また、本種の産卵や成長等漁場における生態についても、調査手法の上から困難が大きく十分に解明されていない。

本研究は室内水槽で成体雌ガニや幼生、稚ガニの周年飼育を行い、産卵様式や幼生の飼育技術を明らかにする目的で、昭和59年度から始めた。

材料と方法

今年度は、1985年、1987年及び1988年にふ化した幼生から種苗生産されたカニ並びに漁獲された成体雌ガニを飼育した。カニの飼育水は周年冷却し、飼育水温の月別平均は1.5～8.1℃であった。

また1990年及び1991年にふ化したゾエア幼生の飼育を試みた。ゾエア幼生の飼育では、水槽の底部の環境及び水槽内の水の動きについて検討した。合成樹脂水槽内に、底に穴を開けた別の合成樹脂水槽を入れ、二重になった水槽の中に砂を入れて、エアリフトによって外側の水槽から内側に送水し、二つの水槽の間で、飼育水を循環させた。内側の水槽にゾエアを収容して飼育した。水の動きに関する実験では、塩ビパイプで作成したエアリフトの装置により、ゾエアの飼育水を時計方向または反時計方向に回転させた。ゾエアの餌料としてシオミズツボワムシ及びアルテミアを投与した。

結 果

1985年にふ化した幼生から種苗生産されたカニは、冷却機の故障により、飼育水温が15.7℃まで上昇した9月13日から16日にかけて、3個体がへい死し、1個体は瀕死状態になった。瀕死状態の個体は取り上げてホルマリン固定した。これらのカニは天然での脱皮間隔に比べて、長い期間脱皮しておらず、正常な状態ではなかったものと考えられた。

これらのカニと同じ飼育水に収容していた親ガニ、及び1987年並びに1988年にふ化した幼生から種苗生産されたカニは、へい死しなかった。

種苗生産に用いた二重になった水槽では、ほぼ同じ飼育装置で、ヒラメを10kg程度飼育した例があるので、水槽底部の環境の悪化はないものと判断されるが、良好な種苗生産結果は得られなかった。また、飼育水を回転させて飼育した場合も良好な結果は得られなかった。

9. 地域バイオテクノロジー研究開発推進事業

(ヒラメの染色体操作技術等を応用した優良種苗生産に関する研究－V[※])

山本栄一・平野ルミ

ヒラメは雌雄によって成長率が異なり、養殖ヒラメの商品サイズまでの成長は雌が雄よりはるかに優れている。また、成熟がヒラメの成長に与える影響は著しく、とくに雄の成熟による成長阻害は雌雄の成長差の要因にもなっている。従って、ヒラメの雌性化種苗および不妊化種苗が作出され、養殖用として利用可能となると、これらはきわめて経済性が高く、ヒラメ養殖の効率化を促進するものと期待される。

そこで、染色体操作技術等を応用し、ヒラメの雌性化種苗および不妊化種苗の生産技術を開発することを目的に、本研究は昭和61年度から着手された。さらに、作出魚を用いた養殖試験を行い、作出種苗の養殖用としての有効性を判定することや、種苗の大量生産方法について検討し、事業ベースでの応用を図ることも、本研究の目的である。

本年度は本事業の最終年度である。これまでに、雌性化種苗については、染色体操作世代の直接利用による方法のみならず、性転換雄を用いた自然産卵による大量生産方法が確立され、既存の種苗生産現場で量産化可能なレベルに達することができた。さらに、飼育温度の管理またはホルモン処理による雄性への性転換の阻止方法が確立され、雌性化の確実性が増している。また、作出魚の成長における顕著な有利性が確認されており、今後、雌性化種苗を利用した養殖の実用化を推進することによって、ヒラメ養殖の著しい効率化が期待される。一方、不妊化種苗の生産方法も確認されているが、これらは大量生産に問題を残している。また、不妊化種苗は、成長で雌性化種苗をそれほど上回らないことが判明しており、現在のところ、不妊化種苗の実用化の必要性は薄い。

本年度の結果を以下に要約して示した。

なお、本研究内容は「ヒラメバイオテクノロジー試験（新規事業）」として来年度以降引継がれる。

※本年度の詳細および5カ年の総括を「平成2年度地域バイオテクノロジー研究開発促進事業報告書」に記載。

1. 極体放出阻止型雌性発生 2 倍体の作出と性比

1 例の極体放出阻止型雌性発生 2 倍体（雌親魚は極体放出阻止型雌性発生 2 倍体雄の次世代雌）を作出，飼育し，それぞれホルモン未処理群と性転換阻止レベルの E_2 処理群（ E_2 =エストラジオール- 17β ， $0.3\mu\text{g/g}$ 飼料，日令41~70）について性比を調査した。

雌性発生 2 倍体は，ホルモン未処理群および E_2 処理群それぞれ雌93%および98%となった。対照の正常ヒラメはそれぞれ雌47%および54%となった。

昨年までの結果から，ヒラメの性決定には雄性ヘテロ型（XX-XY型）の遺伝子支配が存在することが明らかとなっている。本結果はこれによく一致し，雌性発生 2 倍体はすべての個体が遺伝的雌（XX）であり，雌性発生がヒラメの性統御に有効であることを示している。

しかし，常温飼育では，遺伝的雌の雄への性分化の転換が高頻度で生じる場合が多く，通常，雌性化には遺伝的性統御に加えて性転換の阻止も必要であることが判明している。ところが，本飼育例では，常温飼育における雌の割合は高く，性転換の頻度が低かった。この要因については，飼育環境条件が遺伝的雌の雌への性分化に好適であったというより，群として雄化しにくい遺伝的背景を有していた可能性が高いものと判断された。ちなみに，作出に用いた雌親魚は常温飼育で高い雌出現率を示した群に由来している。常温飼育で雄への転換率の低い系統が作出できれば，これは雌性化種苗生産に有用であり，今後の育種対象となる形質である。

2. 卵割阻止型雌性発生 2 倍体雄の正常発生次世代の性比

昨年度作出した卵割阻止型雌性発生 2 倍体の常温飼育群に出現した雄について，その性を決定する遺伝子型を明らかにし，ヒラメの性決定機構に知見を得る目的で，その正常雌との正常発生次世代を 3 例作出し，性比を調査した。

卵割阻止型雌性発生 2 倍体雄の次世代は，ホルモン未処理群で雌56~77%となり，性転換阻止レベルの E_2 処理群で雌96~100%となった。

このことから，卵割阻止型雌性発生 2 倍体雄は性転換雄であり，ヒラメの性を決定する遺伝子型が雄性ヘテロ型であることが確認された。

3. 雄性ホルモン処理で全雄に誘導した正常ヒラメ雄の正常発生次世代の性比

正常ヒラメからの直接的な性転換雄作出手法と，ヒラメの性を決定する遺伝子型の確認を目的に，雄性ホルモン処理で100%雄に誘導した正常ヒラメ（1 ppbの17-メチルテストステロン浸漬処理，昨年度作出）と，正常雌との正常発生次世代（性転換阻止レベルの E_2 処理群）の性比を調査した。

調査した 5 例中，3 例で雌の割合は33~52%であった。他の 2 例では雌98~100%であった。

従って，前者の雄親魚は遺伝的雄であり，後者のそれらは性転換雄（遺伝的雌）であるものと判断された。このことから，ヒラメの性を決定する遺伝子型が雄性ヘテロ型であることと

(雌性ヘテロ型では、性転換雄の次世代は25%の遺伝的雄を含む)、ヒラメの雌性化種苗の生産に有用な性転換雄が染色体操作によらなくても作出可能であることが確認された。

4. ヒラメの性統御と飼育水温

ヒラメは、性決定に雄性ヘテロ型(XX-XY型)の遺伝子支配を持つが、環境の影響によって性分化の転換が生じ易いことが判ってきた。従って、この性統御では、遺伝的性の統御のみならず、性分化への配慮が重要となる。そこで、昨年度検討した飼育水温による性分化への影響について、さらに詳しく調査した。

GYNO(同腹卵による極体放出阻止型雌性発生2倍体)とF1M(GYNO雄15個体と正常雌5個体の自然産卵で得られた次世代)の二つの遺伝的全雌群と、それぞれの対照の通常ヒラメであるNORMを材料に、次の実験を行った。

実験A:飼育水温と性比:3者について、変態完了後から40~90日間、異なる水温で恒温飼育し(GYNO:20.0, 27.5℃, F1M:15.0~27.5℃の範囲で2.5℃間隔, NORM:15.0, 20.0, 25.0, 27.5℃),性比を調査した。その結果、雌の割合は、17.5~22.5℃の範囲の恒温飼育で大きく(GYNOおよびF1M:89~97%, NORM:47~54%),高温飼育(GYNO:27.5℃=0%, F1M:27.5℃=51%, 25.0℃=76%, NORM:27.5℃=6%)および低温飼育(15.0℃, F1M:75%, NORM:17%)で小さかった。

実験B:高水温が性比に影響を与える時期:F1Mについて、日齢40から90または95の間、適温飼育(20.0℃)と高温飼育(27.5℃)を期間別に11とおりに組合せ、それぞれの性比を調査した。その結果、日齢50(平均全長20mm)以前に高温飼育を開始した群で雌の割合が小さく(51~71%),日齢60(32mm)以後に高温飼育を開始した群で雌の割合が大きかった(82%以上)。

これらの実験から、次のことが示唆された。(1)高水温および低水温は、XX個体の雄化の方向で作用するが、XY個体の雌化の方向では働かない。(2)高水温は変態着底後の比較的初期に性分化への影響が大きい。(3)性分化と水温との関連には遺伝的背景が存在する。(4)性分化期の適温飼育で雄への転換が高率で阻止できる。(5)高水温飼育を性転換雄の作出に利用できる。

5. 性転換雄を用いた自然産卵実験

昨年度、性転換雄を用いた自然産卵によって雌性化卵の大量作出を実現することができた。本年度はその再確認を目的に、ホルモン未処理群に出現した極体放出阻止型雌性発生2倍体雄と正常雌による産卵群と、雄性ホルモン処理で全雄に誘導した極体放出阻止型雌性発生2倍体雄と正常雌による産卵群について、自然産卵実験を行った。その結果、多量の卵と良好な発生成績を得ることができ、この手法の有効性が確認された。

6. 性転換雄次世代の種苗生産とその性比および成長特性

前項の産卵実験で得られた卵（3月30～31日産出，4月3日ふ化，ホルモン未処理群に出現した性転換雄の次世代）を用い，常温飼育によるホルモン未処理群および性転換阻止レベルのE₂処理を施した群の性比調査と，雄への転換阻止を目的とした性分化期の恒温飼育（19～20℃）による種苗生産および作出魚の成長比較実験を行った。

常温飼育例では，雌の割合は，ホルモン未処理群で76%であり，E₂処理群で100%であった。これによって，得られた卵が全雌卵であり，雌性化種苗生産に有効であることが確認された。

恒温飼育による種苗生産例（A，B，同一卵群による2例）では，育成過程はきわめて順調であり，稚仔魚の成長および生残は非常に良好であった。いずれも雌の割合はほぼ100%であり，恒温飼育による雄への転換阻止が効果的であった。成長比較試験では，日齢350時点で，雌性化種苗群はAで平均545g，Bで平均576gに達しており，この両者と混合飼育の通常種苗群（雌33%）の平均509gを上回った。日令250以前は，成長の雌雄差は明らかではなく，飼育開始当初から他より体重が大きかった通常種苗群が優位にあった。しかし，日齢250～350の期間の平均体重の増量は，A，B，および通常種苗群でそれぞれ149g，155g，および65gであり，雌雄の成長差による影響が急速に顕著になりつつある。今後，通常種苗群では雄の成熟期の成長停滞がより明らかとなる一方，雌性化種苗群は速やかな成長が期待され，後者は夏季以前に平均1kgを超えるものと予想される。

なお，雌性化種苗約1,000個体を県内養殖業者に配布し（2件），試験養殖を実施し，雌性化種苗の普及を図った。

10. 魚類防疫対策事業

福井利憲

目 的

魚病対策に関する知見を収集し、この知見を養殖業者等に普及することにより、疾病の早期発見、早期治療を行うとともに、疾病の発生を防止し、養殖業者等の経営の安定化を図る。また、養殖場の定期パトロールを行い、魚病の状況を把握し、魚類防疫センター及び関連都道府県との連携の元に魚類防疫対策事業の推進を図る。

消費者保護のため、養殖業者等に水産用医薬品等の適正な使用に努めるよう指導する。

結 果

養殖場の巡回指導及び魚病診断依頼による現場での指導等の状況を表1に、場内への持込み魚及び現場での病魚の魚病診断状況を表2に示した。

本年は、夏季を中心に鰓病の発生が多い傾向にあった。夏季の高水温と水不足の影響があったものと思われる。

表1 養殖場巡回指導等状況

月	場所	魚種	件数	内容
3	泊村	コイ	1	魚病診断依頼
4	河原町	イワナ	1	魚病診断依頼
6	郡家町	アマゴ	1	巡回指導
7	智頭町	アマゴ	1	魚病診断依頼
	西伯町	コイ	1	魚病診断依頼
	青谷町	ニジマス	1	巡回指導
8	三朝町	ニジマス	1	魚病診断依頼
10	溝口町	ニジマス	1	魚病診断依頼
	鹿野町	アマゴ	1	巡回指導
11	境港市	ハマチ	1	巡回指導
	岩美町	ヒラメ	1	巡回指導
	淀江町	ニジマス	1	巡回指導
	淀江町	ギンザケ	1	巡回指導
	関金町	イワナ	1	巡回指導
	三朝町	ニジマス	1	巡回指導
	米子市	ヒラメ	1	巡回指導
12	河原町	サケ	1	魚病診断依頼

表2 魚病診断状況

病名	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2月
細菌性鰓病	イ						ニ					
カラムナリス病	コ			ア		ヒ						
細菌性鰓病+せつそう病					ア							
細菌性鰓病+白点病						ニ,ヒ,オ	ヒ					
細菌性鰓病+トリコディナ症						ヒ						
ギロダクチルス症					コ							
真菌性肉芽腫症							ユ					
イクチオフォヌス症									ニ			
ガス病											コ	
ラブドウイルス症		ヒ*										
その他							サ					
不明			ヒ,ア	ヒ	ヒ,ア							

*: 水温とへい死の関係から推定 ア:アマゴ イ:イワナ オ:オコゼ コ:コイ サ:サケ ニ:ニジマス ヒ:ヒラメ ユ:アユ

表3 せつそう病の薬剤感受性試験結果

薬剤名	月日	'89.12.7		'90.7.2	
	株No	1	2	3	3
塩酸テトラサイクリン		2	3	3	3
塩酸オキシテトラサイクリン		3	3	3	3
クロラムフェニコール		—	3	3	3
オコソリン酸		3	3	3	3
ノボビオンナトリウム		0	1	1	1
塩酸リンコマイシン		0	0	0	0
スルファモノメトキシ		0	0	1	1
スルファジメトキシ		0	0	0	0
アモキシシリン		2	3	3	3
ドキシサイクリン		3	3	3	3
ジョサマイシン		2	1	0	0
ナリジクス酸		2	3	3	3

表中の数値は薬剤の感受性を示す, 0:—, 1:+, 2:++, 3:+++

11. 増養殖指導事業

(ヤマトシジミ増殖試験)

松本 勉・平野ルミ・福井利憲

目 的

本県栽培センターではヒラメの種苗生産の過程で、シオミズツボウムシをヒラメ仔魚に投与している。このためナンノクロロプシスを培養して、シオミズツボウムシの餌料としている。ヒラメの種苗生産にワムシが必要でなくなった後の、ナンノクロロプシス培養水槽の利用を一つの目的として、ヤマトシジミ（以後シジミとする）放流用種苗の生産試験を実施した。

材料と方法

2/3海水（海水2：淡水1の水）を満したナンノクロロプシス培養水槽（約100m²、有効水深約1m）に、東郷池で採捕されたシジミ（平均重量6.0g）266個体を、親貝として6月4日に収容した。以後、通常は淡水と海水を合わせて約1ℓ/min程度を目安に注水し、飼育水がプランクトンによって着色し、水槽の底が見えにくくなったときは注水量を増加させた。また、産卵刺激として、適宜注水する海水と淡水の比率を変えた。比重を赤沼式比重計で測定した。10月23日に、軟泥状態の沈澱600ℓと共にシジミを取り上げ、この沈澱40cm³を6回採取し、その中に生存していたシジミを計数して、シジミの全数を推定した。またこの沈澱の中から無作意に取り上げた、100個体の殻長を、万能投影機で10倍に拡大して測定した。

結果と考察

注水する海水と淡水の比率を変えても、それが刺激になって産卵または放精されることはなかった。7月5日に放精が確認されたが、前日は雨で、5日は晴天であった。このときの水温は25.6℃、比重は1.0060であった。7月26日には殻長200～300ミクロンの稚貝が確認され、このときの水温は29.2℃、比重は1.0085であった。また8月3日にDラーバが、8月21日には1600ミクロンの稚貝が確認された。シジミの成長（田中：養殖研究所報告6号）から、これらの事は、数週間に渡って産卵が行われたことを示していると考えられた。なお12日を除いて、8月8日から8月15日の間の水温の平均は29.3℃（最高30.0℃、最低28.7℃）、比重の平均は1.0037（最高1.0045、最低1.0023）であった。また9日及び14日を除いて9月8日から15日の平均水温は26.0℃（最高27.3℃、最低24.2℃）、比重の平均は1.0073（最高1.0075、最低1.0071）であった。取り上げたシジミの推定個体数は479,500であった。また100個体の殻長の平均は1.8mm（最高11.2mm、最低0.8mm）であった。このうち20,000個体を、栽培センターの近くを流れる、小河川の石脇川に、残り全てを東郷池に放流した。放流後の石脇川での調査では、シジミは再捕されなかったが、へい死個体の殻も確認されていないので、放流時の殻長が小さすぎて再捕できなかったと考えられた。春から夏にかけての成長を待って、石脇川での調査を再度実施する予定である。

12. 内水面増養殖試験

I) 河川産アユ放流効果調査

福井利憲

目 的

県内の河川の稚アユの放流は、主に琵琶湖産が用いられてきたが、近年、琵琶湖産アユは再生産に関与していないらしい¹⁾という報告がなされ、県内でも放流種苗検討の動きが一部である。

本年は、千代川漁業協同組合が放流魚の一部を河川産アユにするにあたり、当场と協力し河川産アユの放流効果調査を行った。

方 法

調査は標識放流法によって行った。標識は鯡鱗のカットと一部リボンタグを用いた。標識魚の再捕報告は千代川漁協・釣具店に依頼し、ビク調査等を行わなかった。

結 果

標識魚の放流数を表1に、再捕結果を表2に、放流場所と再捕場所については図1に示した。また、放流アユの再捕年月日と全長との関係を図2に示した。

再捕尾数は10尾で、再捕率は1%であった。再捕場所は放流場所の下流1kmから上流10kmまでの間であった。成長は、再捕数が限られるためバラツキが大きいものの、順調な成長がみられた。

表1 放流アユ

放流日	平成2年5月8日
放流場所	千代川漁業協同組合前
標 識	鯡鱗のカット
放流数	1,017尾
平均全長	105.7mm (偏差9.2, 測定数141尾)

表2 再捕結果

再捕月日	全長(mm)	場 所
6月6日	160	稲常
15日	140	漁協前
	140	船久橋
20日	140	片山橋
	190	美成
21日	150	漁協前
25日	160	社前
27日	160	河原橋
7月12日	160	東部ナマユン前
23日	230	用瀬駅前

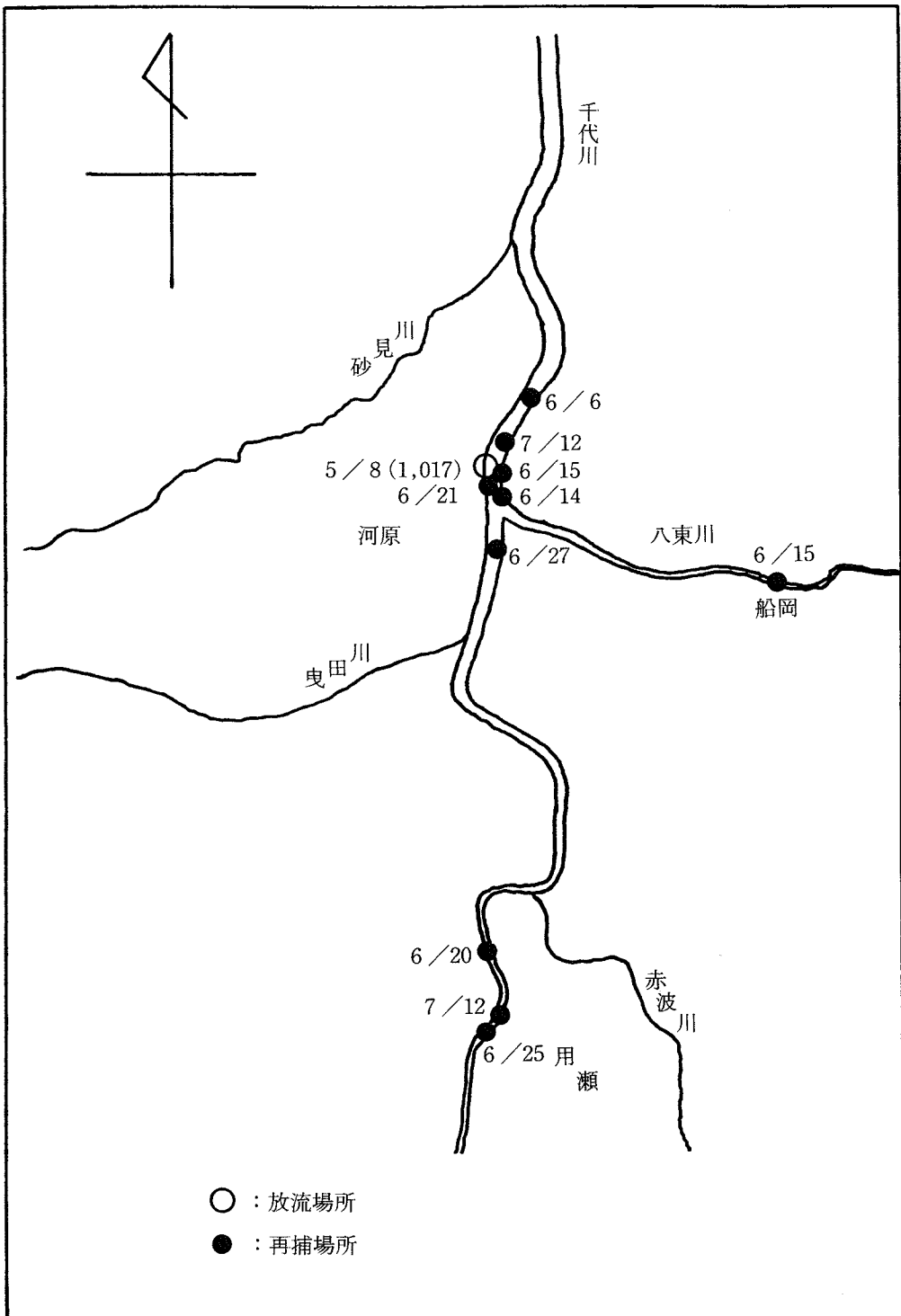


図1 河川産アユの放流および再捕場所
(数値は放流または再捕された月日を示す)

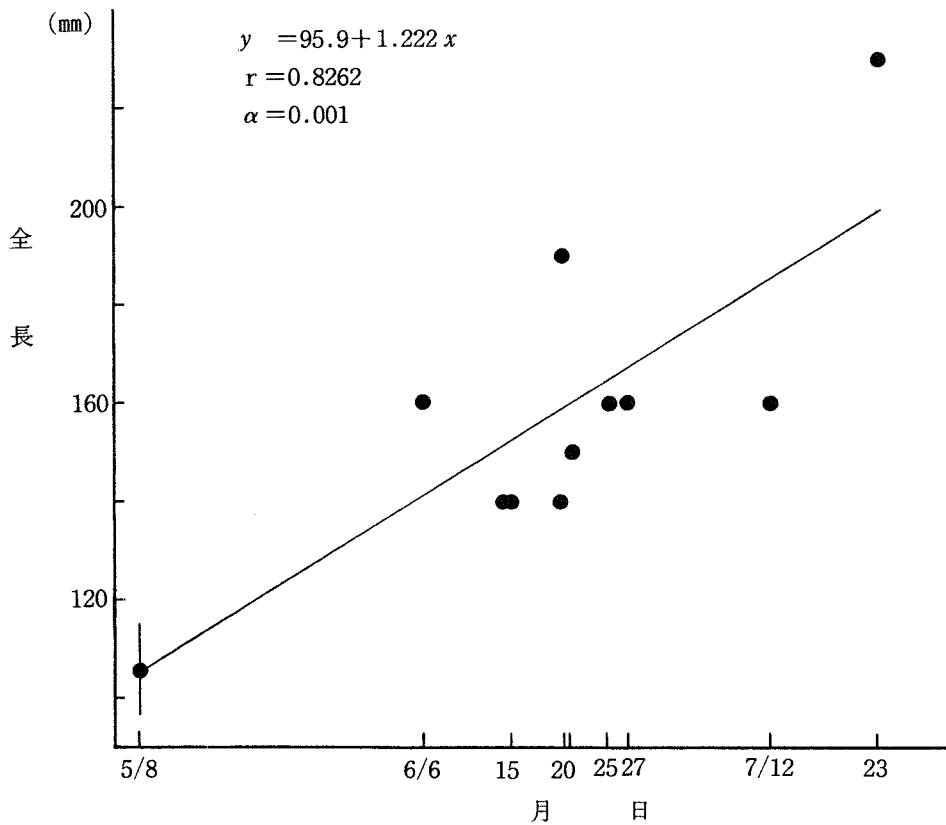


図2 河川産アユの放流および再捕月日と全長との関係
(y ; 全長(mm), x ; 8 + 放流後の日数)

考 察

放流後の遡上状況と成長が順調であったことから、今回の河川産種苗は琵琶湖産種苗に比べ、縄張りの強さと漁獲率について遜色がなかったと推定される。しかし、再捕率は1%とかなり低い。これは報告漏れと、河川が大きいため漁獲率がある程度限られたことなどが考えられる。

河川産アユの有効性は再生産にあると考えられるため、この効果を知るためには何年か継続して河川産アユを放流する必要がある。

文 献

- 1) 関 伸吾・谷口順彦. 1988. アイソザイム遺伝標識による放流湖産アユの追跡. 日本水産学会誌, (54).

II) 減少魚種増殖試験

(1) 本県産ヤマメ

目 的

県内の溪流魚の放流はアマゴを中心に行われていたが、最近では中部地方産のヤマメが放流されるようになった。県内の河川はほとんどが放流魚に置き代わっており、そのまま放置すれば本県産のヤマメが絶滅する恐れがある。そのため、第一段階として本県産のヤマメを確保し、人工養殖を試みた。

方法と結果

水系の全体の溪流魚の棲息状況から本県産と推定されるヤマメを、大山水系の2つの河川から採取した。その内1河川の子メから採卵に成功し、約200尾がふ化した。

(2) ワカサギ

目 的

近年、湖山池に於てワカサギの小型化がみられている。また、1990年にワカサギ漁獲量の減少があり、当场にこの原因を究明して欲しいとの要望が湖山池漁業組合よりあった。

漁獲量減少と小型化の原因を解明するため、本年は魚体測定により調査を行った。

方法と結果

供試魚は湖山池漁協に提供していただき、10月30日、11月29日、12月29日漁獲分のワカサギについて生物測定等を行った。

生物測定結果を表1に、全長の組成を図1に、消化管内容物については表2に示した。

成長は10月から11月にかけて約2mmみられたが、11月以降は生殖腺の発達にともなって成長はみられない。消化管重量は10月が最も重く0.04gで、11、12月が0.03gであった。消化管内容物は10月は植物性の餌料が多かったが、11月以降は殆ど動物性の餌料となった。

表1 ワカサギ生物測定結果

月	全長		体重		消化管重量		内臓除去重量		生殖腺重量		性比 ♀/(♀+♂) (%)	肥満度1		肥満度2	
	平均(mm)	偏差	平均(g)	偏差	平均(g)	偏差	平均(g)	偏差	平均(g)	偏差		平均	偏差	平均	偏差
10	59.2	3.27	1.013	0.155	0.044	0.011	0.905	0.139				0.485	0.036	0.434	0.027
11	61.5	2.19	1.054	0.103	0.027	0.008	0.957	0.091	0.023	0.011	49.9	0.453	0.033	0.411	0.028
12	60.9	1.83	1.058	0.119	0.027	0.009	0.916	0.131	0.046	0.038	47.8	0.468	0.037	0.406	0.048

注：肥満度1 = 体重 / 全長³ × 10⁵

肥満度2 = 内臓除去体重 / 全長³ × 10⁵

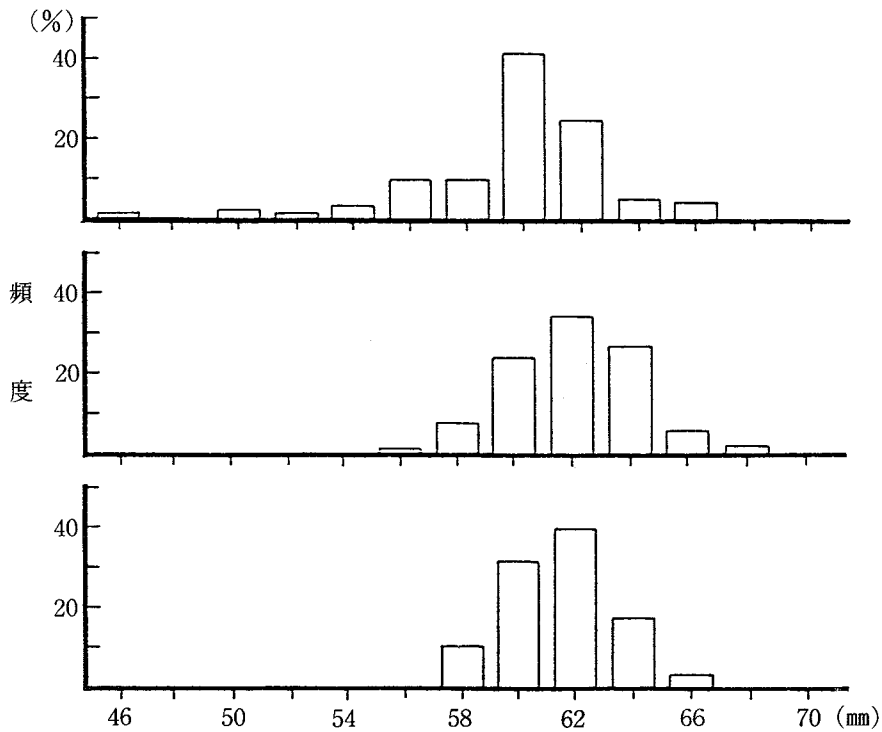


図1 ワカサギの全長組成

表2 ワカサギ消化管内容物

	10月30日		11月29日		12月29日
ゾウミジンコ科	+	ゾウミジンコ科	+++	ユスリカ	+
ネズミワムシ科	+	不明	+++	ケンミジンコ科*	+++
ツボワムシ科	+			ゾウミジンコ科	++
ホリミディウム属	+++			ツボワムシ科	+
アナベナ属	++				
セネデスミス属	++				

*：全く見られない個体もあった。

考 察

湖山池漁協の方の話によると、例年に比べ量・型共に小さいとのことであったが、今回の調査ではその原因はつかめなかった。そのため、今後も調査を継続する必要がある。

7月30日に湖山池の表層の水温が30.8~31.5℃であり、30℃以上ではワカサギの生残率に影響がでる事が知られていることと、本年は東郷池・宍道湖等も不漁であった事から、本年の不漁に関しては夏場の高水温が一つの原因であったと思われる。

13. 資 料

〔飼育用水の水温記録（1987年－1990年）〕

取水及び水温測定方法

取水は、巨岸420mの水深10m層の海水を取水する沖合取水方式で、沈砂槽・ろ過槽を経て350kℓ貯水槽までポンプ圧送され、各飼育水槽へは自然流下で給水される。

水温は、水温計（－5－35℃）で毎日午前8－9時の間にヒラメ親魚水槽で測定した。

1) 飼育用水の4か年（1987年－1990年）の水温推移

月	水温 (℃)	1987年	1988年	1989年	1990年	1982－ 1990年
1	$\bar{X} \pm S$	12.2±0.89	13.2±0.94	12.8±0.64	12.3±0.85	12.1±1.30
	max	14.1	15.0	13.8	13.6	15.0
	min	10.2	11.5	11.3	10.7	8.7
2	$\bar{X} \pm S$	11.5±0.59	11.5±0.75	12.1±0.49	12.0±0.33	10.9±1.19
	max	12.5	12.9	12.8	12.5	12.9
	min	10.3	9.8	10.9	11.4	7.9
3	$\bar{X} \pm S$	11.6±0.78	11.9±0.40	12.5±0.29	12.7±0.61	11.5±1.12
	max	12.9	12.4	13.0	14.0	14.0
	min	9.4	11.1	11.7	11.0	8.4
4	$\bar{X} \pm S$	13.9±0.71	13.3±0.93	14.1±0.58	14.3±0.50	13.2±1.30
	max	15.0	15.0	14.9	15.7	15.9
	min	12.5	12.0	13.1	13.5	9.8
5	$\bar{X} \pm S$	16.7±1.15	16.4±0.79	16.4±0.82	17.0±1.29	16.4±1.29
	max	18.5	17.8	18.0	18.8	19.4
	min	15.1	15.0	15.0	14.5	12.2
6	$\bar{X} \pm S$	20.0±0.60	19.8±1.38	19.4±0.67	20.8±1.21	19.7±1.31
	max	21.0	21.8	20.5	22.7	22.7
	min	18.5	17.3	18.1	18.9	16.2
7	$\bar{X} \pm S$	23.9±1.60	22.8±0.82	21.7±1.74	24.7±1.58	23.1±1.65
	max	26.4	24.8	24.9	27.4	27.4
	min	20.8	21.4	19.5	21.8	19.5
8	$\bar{X} \pm S$	26.2±0.56	23.8±1.67	24.0±1.38	27.1±0.76	25.7±1.58
	max	27.4	26.9	25.8	28.5	28.6
	min	25.3	21.5	20.9	25.8	20.9
9	$\bar{X} \pm S$	24.2±1.36	24.1±1.69	25.1±0.57	25.7±1.52	24.9±1.80
	max	26.6	26.1	26.1	27.3	28.0
	min	21.6	20.5	23.9	21.8	18.7
10	$\bar{X} \pm S$	21.4±1.02	20.5±0.63	22.1±1.00	21.6±0.98	21.2±1.23
	max	22.7	21.8	24.0	23.6	24.0
	min	19.7	18.8	20.5	19.8	18.1
11	$\bar{X} \pm S$	18.4±0.86	17.4±1.22	19.2±1.33	19.2±0.71	18.1±1.39
	max	20.4	19.0	20.8	20.3	21.1
	min	16.8	14.8	16.5	17.9	14.3
12	$\bar{X} \pm S$	15.0±0.63	14.3±0.92	15.1±1.06	15.6±1.45	14.7±1.28
	max	17.2	16.1	16.9	18.2	18.2
	min	14.1	12.6	12.9	13.0	11.7

Ⅱ) 各年次の日別水温記録

1987年

日 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	13.6	11.5	10.7	12.7	15.1	18.5	20.8	26.4	26.6	22.5	19.0	17.2
2	13.7	11.4	9.4	12.7	15.4	18.5	21.0	26.0	26.3	22.7	20.4	15.6
3	14.1	11.2	10.4	12.5	15.2	19.2	21.1	25.7	26.1	22.5	20.4	14.9
4	13.4	10.3	10.3	12.8	15.2	19.5	21.8	25.6	25.6	22.2	19.9	15.4
5	12.7	10.9	10.8	13.0	15.3	19.9	21.4	26.1	25.6	22.1	19.3	15.9
6	13.3	10.7	11.2	13.2	15.4	20.5	21.6	25.8	25.9	22.2	18.5	15.6
7	12.9	11.6	11.5	13.5	15.5	20.4	22.8	25.7	25.9	22.4	18.2	14.9
8	12.9	11.3	11.3	13.6	15.5	20.4	23.1	25.5	25.8	22.6	18.9	14.3
9	13.0	11.4	11.5	13.8	15.7	20.2	23.3	25.7	25.5	22.6	18.4	14.9
10	12.7	11.4	11.0	14.0	16.2	19.2	24.3	25.4	25.6	22.6	18.2	14.8
11	12.1	12.0	11.3	13.8	16.4	19.5	23.7	25.8	24.9	22.5	19.0	15.0
12	12.4	12.3	11.5	13.8	16.5	19.7	23.7	26.0	24.5	22.4	19.2	15.2
13	11.6	12.1	11.6	13.8	16.7	19.9	24.2	25.7	24.2	22.0	18.9	15.7
14	11.4	12.5	11.7	13.3	16.5	20.4	24.0	25.3	24.3	22.0	18.1	14.1
15	12.3	12.5	11.5	13.5	15.8	20.5	24.1	25.9	24.7	22.1	18.7	14.2
16	12.2	12.0	11.2	13.6	16.1	20.0	24.2	25.5	24.1	22.0	18.6	14.8
17	12.1	12.0	11.7	13.7	16.4	19.6	23.9	26.5	23.3	21.6	18.1	14.3
18	11.9	12.2	11.4	14.2	16.9	19.7	23.9	26.5	23.1	21.3	17.7	14.4
19	11.6	11.6	11.7	14.3	17.0	20.1	23.8	26.3	23.1	21.2	18.0	15.3
20	11.1	11.4	12.0	14.5	17.3	20.1	24.5	26.4	23.6	20.8	17.9	16.2
21	11.4	11.4	11.9	14.8	18.2	19.9	24.6	26.6	23.6	20.8	17.9	14.9
22	11.6	11.8	12.3	14.3	17.6	20.5	24.8	26.6	23.8	19.7	17.9	14.6
23	11.9	11.7	12.5	14.5	17.7	20.5	25.9	27.1	23.4	19.9	17.7	14.8
24	12.0	11.7	12.6	14.7	18.1	20.3	25.5	26.9	23.0	20.0	17.8	15.0
25	11.8	11.2	12.5	14.8	18.3	20.6	25.5	26.5	23.0	20.8	17.8	14.9
26	10.2	10.7	12.0	14.8	18.0	20.5	—	26.5	22.6	20.9	17.9	14.6
27	11.0	10.4	12.2	14.4	18.5	20.6	25.4	26.1	22.6	20.0	18.1	14.6
28	11.1	10.7	12.3	14.6	18.1	21.0	26.1	26.9	21.6	20.4	17.1	15.0
29	11.3		12.6	14.8	17.8	20.7	26.1	27.3	22.3	19.9	17.2	14.8
30	11.7		12.9	15.0	18.3	20.4	25.7	27.4	22.7	20.5	16.8	15.4
31	11.7		12.7		18.5		26.4	26.7		19.7		14.8

※1982年—1986年は昭和61年度鳥取県栽培漁業試験場事業報告書（1987年3月）に記載。

1988年

日 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	14.6	12.9	11.8	12.0	15.9	17.3	21.4	22.7	26.1	21.4	18.8	16.1
2	15.0	12.8	12.1	12.1	15.4	17.6	22.2	22.8	25.8	21.8	19.0	15.3
3	14.7	9.9	11.5	12.4	15.9	17.5	22.1	22.1	25.7	21.5	18.8	15.0
4	14.8	9.8	11.1	12.3	16.2	17.7	22.2	22.3	25.1	21.0	18.4	15.6
5	14.3	11.8	11.7	12.5	15.5	18.3	22.0	22.6	25.4	20.8	18.4	15.4
6	14.2	12.4	11.3	12.7	15.4	18.4	21.8	22.4	25.4	21.4	18.9	15.0
7	14.2	10.9	11.1	12.5	15.9	18.5	21.8	21.8	25.6	21.0	18.4	15.4
8	14.5	10.5	11.2	12.0	15.4	19.0	22.6	23.1	25.5	21.2	18.4	15.4
9	13.6	11.4	11.4	12.0	15.2	19.1	23.1	21.7	25.5	20.3	18.2	15.4
10	12.3	10.1	11.3	12.2	15.0	19.1	23.7	21.8	25.7	21.2	18.5	15.0
11	12.0	11.3	11.4	12.5	15.6	19.2	23.7	21.9	25.8	20.7	17.5	14.9
12	12.9	11.8	11.7	12.8	15.7	18.9	23.2	21.9	25.6	21.2	17.1	13.8
13	12.6	11.8	12.1	12.9	16.0	19.2	23.0	23.4	25.2	20.4	17.7	14.3
14	12.8	11.7	12.4	13.2	16.2	20.2	22.8	22.8	24.9	20.5	17.6	14.6
15	13.0	11.5	12.2	13.3	16.2	20.2	23.2	21.5	23.9	20.3	18.2	13.2
16	13.2	11.7	11.8	13.3	16.3	20.2	23.3	22.4	24.9	20.3	18.1	13.0
17	13.4	11.2	12.3	12.4	16.5	20.4	23.4	24.3	24.6	20.4	17.9	12.6
18	13.2	11.4	12.1	13.5	16.6	20.9	23.5	25.4	24.3	20.3	17.6	13.3
19	13.0	10.3	12.4	13.5	17.1	21.4	23.7	24.4	23.9	20.5	17.6	13.8
20	13.2	11.7	12.3	14.0	17.3	21.5	23.8	23.8	24.8	20.1	17.3	14.2
21	13.3	11.8	12.2	14.0	17.5	21.7	24.8	25.0	24.8	20.2	17.0	14.9
22	13.3	11.5	12.3	14.1	17.2	20.8	23.4	25.4	23.0	20.2	17.3	14.1
23	12.9	11.7	12.2	14.0	16.6	20.4	23.1	25.8	22.5	20.3	17.3	14.0
24	11.8	11.5	12.1	13.8	16.8	20.2	23.4	26.0	22.3	20.5	16.6	14.3
25	11.5	12.0	12.0	14.2	16.0	21.1	23.2	26.9	21.9	20.1	15.4	14.4
26	12.1	12.2	12.0	14.4	17.1	21.2	23.1	25.3	20.5	20.4	15.2	13.9
27	12.1	12.0	12.2	14.5	17.0	21.4	23.1	25.2	21.5	20.3	15.3	13.5
28	12.4	11.7	12.1	14.5	17.8	21.8	22.0	25.2	21.7	20.1	15.1	13.0
29	12.1	11.7	12.1	14.9	17.8	21.8	21.4	25.7	21.2	19.7	15.9	13.2
30	12.7		12.0	15.0	17.2	20.3	21.4	26.3	21.2	19.3	14.8	13.4
31	13.0		12.0		17.3		22.2	26.2		18.8		13.2

1989年

日 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	13.3	12.1	12.5	13.2	15.0	18.7	19.7	22.6	25.3	23.8	20.4	16.3
2	12.9	11.7	12.5	13.1	15.1	18.7	19.7	22.0	25.0	24.0	19.5	16.7
3	12.8	10.9	12.7	13.3	15.2	18.7	19.5	20.9	24.7	23.9	20.3	16.5
4	12.3	11.2	13.0	13.2	15.8	19.0	19.6	21.2	24.8	23.5	20.3	16.2
5	11.9	12.1	12.5	13.2	15.9	18.8	19.7	22.0	25.3	22.9	20.5	16.8
6	11.7	11.2	12.8	13.3	15.8	19.4	19.7	22.1	25.1	23.3	20.6	16.9
7	12.8	11.8	12.7	13.4	15.3	19.5	19.6	23.0	25.3	23.4	20.8	16.9
8	13.1	11.9	11.7	13.5	15.7	19.5	19.8	23.6	25.2	22.4	20.8	16.5
9	13.7	12.8	12.3	13.9	16.1	18.1	20.0	22.8	25.3	22.1	20.7	15.3
10	13.6	12.6	11.8	14.0	16.9	18.3	20.9	24.3	25.6	22.3	20.5	14.8
11	13.3	12.1	12.6	13.9	15.8	18.3	20.9	24.9	25.8	22.2	20.5	15.5
12	13.4	11.7	12.3	14.0	15.3	18.5	21.0	24.5	25.8	22.4	20.7	14.8
13	13.3	11.9	12.9	14.2	15.4	18.8	21.2	25.4	25.6	22.9	20.3	14.9
14	12.9	11.4	12.9	14.0	16.0	19.3	21.1	25.7	25.8	22.0	19.5	15.6
15	13.0	12.7	12.8	14.1	16.3	19.6	20.6	25.8	25.8	22.5	19.8	14.7
16	12.7	12.7	12.5	14.2	16.4	19.8	21.2	25.2	26.1	22.5	20.2	15.4
17	12.5	12.4	12.3	14.2	16.6	19.8	21.8	25.5	25.5	21.8	19.5	15.2
18	12.2	12.5	12.0	14.4	16.6	20.0	22.0	25.2	25.9	21.1	19.5	15.0
19	13.1	12.4	12.2	14.8	16.3	19.6	21.5	25.3	25.8	21.2	17.6	14.2
20	13.4	12.6	12.3	14.9	16.6	19.8	22.0	25.3	25.4	21.6	18.4	15.0
21	13.2	12.5	12.6	14.6	16.8	19.8	23.3	25.3	25.0	21.7	18.8	14.2
22	13.3	12.3	12.7	14.6	17.2	19.8	23.5	25.0	24.8	21.6	17.7	14.2
23	13.8	12.4	12.5	14.8	17.2	19.9	24.1	24.5	24.5	21.6	17.9	14.5
24	13.4	12.5	12.5	14.7	17.2	19.9	24.4	25.8	24.6	20.8	18.1	14.0
25	13.2	12.5	12.4	14.3	17.7	19.8	24.5	24.1	24.6	20.8	17.8	14.8
26	13.1	12.2	12.4	14.3	16.8	20.2	24.9	23.1	24.5	20.9	17.9	14.6
27	13.1	12.4	12.6	14.8	17.0	20.5	24.0	23.8	24.8	21.2	18.0	14.4
28	11.3	12.3	12.5	14.6	18.0	20.3	23.0	24.3	24.4	21.8	17.5	13.6
29	12.1		12.6	14.7	17.7	20.2	23.8	23.8	23.9	20.5	16.8	14.4
30	11.5		12.6	14.8	17.1	20.4	23.5	23.5	24.0	20.6	16.5	13.4
31	12.3		12.8		17.4		23.3	24.8		21.1		12.9

1990年

日 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	13.3	11.6	12.6	13.7	15.2	18.9	22.6	26.9	26.8	21.5	20.1	18.2
2	12.8	11.4	12.5	14.0	14.8	19.4	21.8	26.2	27.3	23.0	20.1	17.9
3	13.3	11.8	12.5	14.0	14.5	19.5	22.5	26.4	27.2	23.0	20.1	17.2
4	12.2	11.8	12.2	14.2	15.0	19.5	22.8	26.5	26.8	23.2	20.3	17.2
5	12.6	11.5	12.0	13.8	15.3	19.5	22.8	26.4	27.0	23.5	20.1	17.4
6	12.5	11.7	12.1	13.9	15.4	19.5	22.5	26.9	27.1	23.6	20.3	16.5
7	12.1	11.6	11.9	13.5	15.6	19.4	23.1	26.7	27.1	23.6	20.3	16.5
8	12.7	11.4	11.0	13.6	15.7	19.3	23.2	26.4	26.4	22.4	19.5	17.2
9	13.4	11.6	11.9	13.8	16.3	19.3	23.8	25.8	26.8	21.0	20.0	16.9
10	12.5	12.0	12.1	13.9	16.4	20.0	23.7	25.9	27.0	21.5	19.3	17.6
11	13.0	12.4	12.4	14.0	16.4	20.0	24.0	26.3	27.1	21.3	18.7	17.6
12	13.6	12.0	12.4	14.2	16.5	20.1	24.1	26.9	27.2	21.4	19.4	16.0
13	13.3	11.8	12.0	14.3	16.7	20.2	24.4	27.7	27.0	21.3	19.0	16.2
14	12.4	11.9	12.5	14.2	16.8	20.4	24.3	27.6	26.5	21.3	19.4	15.8
15	13.2	12.1	12.9	14.3	18.2	20.7	24.5	28.1	26.4	21.1	19.2	15.9
16	13.1	12.0	12.6	14.2	17.7	20.7	24.5	28.1	26.4	21.4	19.6	16.2
17	11.9	12.0	12.8	14.3	17.2	20.8	24.9	28.4	26.3	21.4	19.6	14.9
18	12.9	12.1	12.7	14.2	17.5	21.0	25.2	28.5	26.1	21.5	19.1	14.7
19	13.3	12.2	12.9	14.0	17.5	21.0	25.4	28.3	26.0	21.5	18.8	14.3
20	12.1	12.3	13.0	14.2	17.7	21.5	25.5	28.3	24.0	21.2	19.6	14.5
21	13.2	12.2	13.0	14.3	18.0	22.0	25.7	27.8	24.5	21.1	18.3	15.2
22	12.3	12.2	13.1	14.5	18.3	21.7	25.8	27.3	24.5	21.3	17.9	15.0
23	11.4	12.4	13.4	14.5	18.2	22.7	26.3	26.1	24.8	21.4	18.0	14.4
24	11.3	12.5	14.0	14.2	18.0	22.1	25.6	26.8	24.8	21.2	18.6	14.1
25	11.2	12.4	13.2	14.4	18.1	22.6	26.3	27.1	24.8	21.1	18.6	14.3
26	10.7	12.5	12.9	14.6	17.2	22.5	26.4	27.3	23.8	21.1	18.3	14.1
27	11.6	12.4	12.9	14.8	18.5	22.7	27.4	27.0	22.5	20.8	18.7	13.0
28	11.2	12.3	13.2	15.0	18.5	22.0	27.3	26.7	23.5	21.0	18.6	14.1
29	10.9		13.3	15.7	18.6	22.5	26.7	26.9	23.9	19.8	18.6	14.3
30	11.2		13.5	15.7	18.8	21.7	26.9	27.3	21.8	20.3	18.7	13.8
31	11.3		13.7		18.8		26.9	27.0		20.0		13.8