

# 日高川およびその周辺海域における 2004 年生まれアユの 海域生活期から遡上期までの状況について<sup>※1</sup>

原田慈雄・高橋芳明・藤井久之・加藤邦彰・吉本 洋・三輪一翔<sup>※2</sup>

## 緒 言

和歌山県では主として湯浅湾から田辺湾にかけての沿岸海域において稚アユの採捕が行われている。1985年以前の海産稚アユ採捕量は約 10-40 t で大きく変動していたが、それ以降は約 1-15t の間で変動しており、資源水準が大きく低下した。また、海産稚アユ採捕区域のほぼ中心部に流入する日高川では流下仔魚調査(1978-1986年, 関西電力; 1989年以降, 和歌山県水産試験場)や遡上稚魚調査(1979-1989年, 関西電力; 1990-1995年, 日高川漁協・和歌山県水産試験場; 1996年以降, 日高川漁協)が継続されており、流下仔魚数および遡上稚魚数が1980年代の前半以降大きく減少したことが分かっている。吉本・高橋<sup>1)</sup>は1980-2004年のデータを用いて回帰分析を行い、海産稚アユの資源変動を説明する最も寄与率の高い変数は前年の流下仔魚数との結論を得ているが、一方で流下仔魚数が20億尾以下では海産稚アユ採捕量との間に相関が認められないとしている。流下仔魚数が20億尾を超えたのは、資源が高水準であった1978-1980年と例外的な1993年のみである。また、原田ら<sup>2)</sup>は1998-2005年のデータを用いて解析し、海産稚アユ採捕量は流下仔魚数との間には相関は認められないが、日高川における回帰率(遡上稚魚数/流下仔魚数)との間には正の相関があるとしている。以上から考えると、1980年代前半以前の高い資源水準における大きな資源変動は流下仔魚数が、近年の低水準時における小さい資源変動は海域での生残率がそれぞれ主要な変動要因であると推測される。また、原田<sup>3)</sup>は日高川における回帰率と10月の龍神最高日雨量の間には高い正の相関があるが、流下仔魚数と10月の龍神最高日雨量との間には相関が認められなかったことから、「近年における産卵期の雨は産卵場を整えて流下仔魚を増やす役割よりも、流下後の海域での生残率を高める役割を強く持つものと推測される」という仮説を提示しているが、そのメカニズムについては解っていない。高精度なアユ遡上量予測やアユ資源の回復・安定化を目指すには、近年におけるアユ資

源変動要因を解明することが重要である。したがって、回帰率(≒海域での生残率)決定のメカニズムを明らかにすることを目的に、碎波帯アユ仔稚魚調査、海産稚アユ漁獲物調査、遡上稚魚調査および餌料プランクトン調査を実施したので報告する。

## 材料と方法

**碎波帯におけるアユ仔稚魚調査** 2004年11月から2005年5月にかけて、12月は月3回、11月と1-3月は月2回、4-5月は月1回の頻度で、小引から切目にかけての砂浜海岸を中心に採集を行った(図1)。採集にはサーフネット(1×4m、目合1mm)<sup>4)</sup>を用い、人力により1m前後の水深帯を昼間に曳網した。採集には月齢や潮時を考慮しなかった。採集したアユは約10%海水ホルマリンで固定し、基本的に当日の夜または翌日の朝に95%エタノール中に保存した後、計数、標準体長測定および扁平石を用いた日齢解析<sup>5)</sup>に供した。計数は採集された全数について行ったが、体長測定は1日・1定点につき最大30尾までとした。CPUEを求めるにあたっては、曳網時間から尾/m<sup>3</sup>に換算した。曳網速度は流向・流速・底質・曳網水深・曳網者の組み合わせ等によって異なるが、8地点での曳網速度を異なるペア間で比較すると、曳網者の組合せが最も大きく影響すると判断された(図2)。したがって今回は特に沖側を曳網する人の速度に注目し、その実測値に基づいて、2004年11月から2005年2月までと2005年5月は分速25m、2005年3-4月は分速21mを適用し、尾/分から尾/mに換算した。また、尾/m<sup>3</sup>に換算する場合の網口単位面積は、高さ0.9m×幅2.5m=2.25m<sup>2</sup>を用いた。

## 碎波帯および浅海域におけるプランクトン調査

2004年10月から2005年9月にかけて、12月は月3回、11月と1-3月は月2回、4-10月は月1回の頻度で、上記のアユ仔稚魚調査と同様の碎波帯定点(図1)において採集を行い、サンプルを約5%海水ホルマリンで

※1 アユ資源モニタリング事業

※2 京都大学農学研究科応用生物科学専攻海洋生物増殖学分野

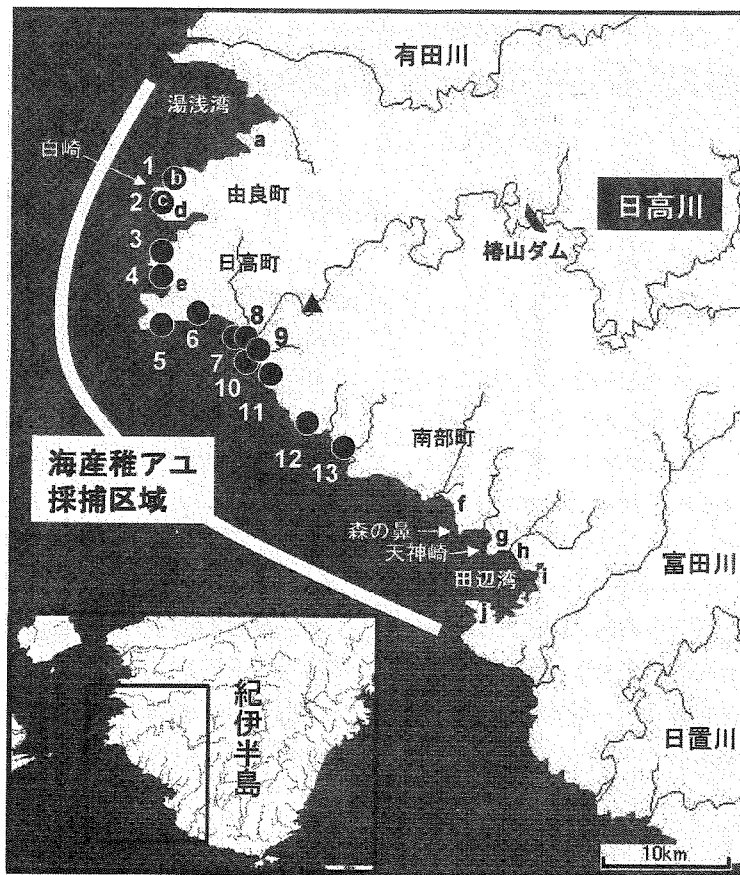


図1 和歌山県における調査定点と海産稚アユ採捕区域

●, 碎波帯調査地点; 1, 小引; 2, 大引; 3, 津久野; 4, 比井; 5, 三尾; 6, 逢母磯; 7, 煙樹ヶ浜; 8, 天田橋; 9, 北塩屋河口; 10, 塩屋; 11, 野島; 12, 津井; 13, 切目。  
▲, 遡上稚魚調査地点。 a-j, 2005年に海産稚アユを採捕した漁協; a, 唐尾; b, 小引浦; c, 大引; d, 由良町; e, 比井崎; f, 南部町; g, 田辺; h, 湊浦; i, 新庄; j, 白浜。

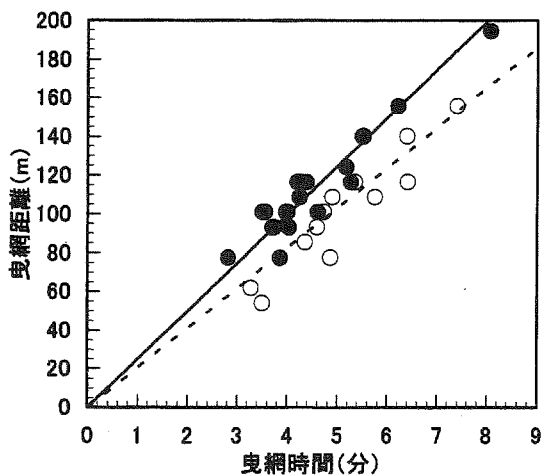


図2 碎波帯におけるサーフネットの曳網時間と曳網距離の関係。曳網者の組合せ1 (●,  $y=25x$ ,  $R^2=0.90$ ); 曳網者の組合せ2 (○,  $y=21x$ ,  $R^2=0.79$ )。

固定・保存したが、種査定および出現量の分析は小引・津井（動物プランクトン 11-1月）、塩屋（動物プランクトン 周年；植物プランクトン 10-1月）についてのみ行った。採集には北原式定量プランクトンネット（口径 22.5cm、ろ過部口径 46cm、側長 80cm、目合 0.1mm (NXX13)）を用い、ネットに 10m のロープを括り付け、それを 1-2 回、岸と平行に人力で曳いた。曳網した水深帯は約 1m で、ネットには錘も浮子も取り付けなかったため中層を主体に表-中層で採集したことになる。なお、5 回の平均曳網速度は 0.67m/秒であった。調査時には表層および底層の水温・塩分を YSI/Nanotech 社製の SCOOT meter model 85 により測定した。

また、2004 年 11-12 月に月 2 回の頻度で、日高川河口から沖合に向けて距岸約 0.4-2km に 3 定点（5、10、20m 底深帯）を設定し、北原式定量プランクトンネットによる底層からの鉛直曳きを行った。

**海産稚アユ漁獲物調査** 海産稚アユの採捕は、主として湯浅湾から田辺湾にかけての海域（図1）の漁港内や漁港近くの砂浜域で、目合3-4.4mmの敷網（一辺30-50m）、地曳網および船曳網（長さ70-200m）を用いて夜間に行われ、放流および養殖用種苗として取引される。例年、県の職員が取引に立ち会うことになっているため、採捕日または採捕場所の異なる採捕群を1群とみなしてサンプリングを行い、95%エタノール中に保存するよう依頼した。これら2004年に漁獲された海産稚アユについて、碎波帯調査同様、体長測定および日齢解析を行った。海産稚アユ採捕量および採捕数は和歌山県漁業協同組合連合会の資料を用いた。

**遡上稚魚調査** 日高川河口から約8km上流に位置する若野井堰において遡上稚魚調査を実施した（図1）。2005年3・5月に月2回、4月に3回、6月に1回の頻度で、投網（30節、半目約5.2mm）またはタモ網（35cm×29cm、目合3mm）を用いて主として魚道内のアユを採集し、碎波帯調査同様、体長測定および日齢解析を行った。

アユの遡上数の計数（若野井堰の左岸寄りには二つの魚道があり、10時、13時、16時に各魚道においてそれぞれ5分間実施）および河川水温測定（13時）については、毎年、日高川漁業協同組合の職員が3-5月にかけて毎日行っている。

## 結果と考察

**碎波帯におけるアユ仔稚魚調査** 2004年11月-2005年5月において総計35,020尾のアユ仔稚魚が採集された。出現量は12月が最も多く、特に12月上旬および（または）下旬に比較的多くのアユが出現した小引、大引、津久野、煙樹ヶ浜、塩屋、野島において同調したピークが認められた（図3）。各定点における平均体長は碎波帯で11.0-53.8mm、河口内で12.0-57.6mmであり、時期が進むにつれ体長が増加する定点とほとんど変化しない定点が認められた（図3）。比較的出现量の多かった小引、大引、煙樹ヶ浜、塩屋の11-2月に採集された個体は、9月末から1月上旬にかけて孵化していた（図4）。碎波帯における2回の出現ピークの内、12月1-2日に出現した個体は11月上・中旬に孵化ピークを持っており、日高川の流下仔魚の出現ピーク<sup>9)</sup>と一致した。一方、12月20日に出現した個体は11月上-下旬に孵化ピークを持っていたが、本調査においてCPUEが1

位および2位であった12月20日の煙樹ヶ浜および小引の個体は、ともに11月下旬に孵化ピークを持っており、流下仔魚のピークとは一致しなかった。

小引、大引、煙樹ヶ浜、塩屋で11-2月に採集された個体の成長を地域別にみると（図5）、小引・大引では11月生まれの成長が最も良く、次いで10月生まれで、12月生まれは悪かった。一方、煙樹ヶ浜・塩屋では10-12月生まれの成長は各月間でほとんど変わらなかった。煙樹ヶ浜・塩屋の成長に比べて、小引・大引の成長は11月では上回ったが、12月では下回った。本海域の碎波帯で1999年11-12月に採集されたアユ仔稚魚（10-11月生まれ）の成長については西日本科学研究所（2002）<sup>\*3</sup>が報告しており、成長式は大引から産湯で $y=0.38x+7.65$ （ $y$ , 体長(mm);  $x$ , 日齢）、煙樹ヶ浜で $y=0.27x+9.8$ としている。10-11月生まれ群を一まとめにして、1999年生まれ群の成長と比較すると、本年の成長は小引・大引で $y=0.45x+6.8$ 、煙樹ヶ浜・塩屋で $y=0.37x+9.2$ となり、良好であったことが解る。1999年生まれ群の海産稚アユの採捕量が約4t（約556万尾<sup>7,8)</sup>または528万尾<sup>9)</sup>）、日高川遡上数が約126万尾であったのに対し、本年の海産稚アユの採捕量が約8.2t（約735万尾）、日高川遡上数が約466万尾であったことを考慮すると、東ら<sup>7)</sup>が豊漁年ほど碎波帯や浅海域で採集された仔稚魚の体長が大きいことから指摘したとおり、「成長率の年変動が加入量に反映される」とするHoude<sup>10)</sup>の説が支持される。

**碎波帯および浅海域におけるプランクトン調査** アユ仔稚魚の餌料生物としては特に橈脚類が重要である<sup>11-16)</sup>が、まず橈脚類の餌料生物として重要な植物プランクトンの碎波帯（塩屋）における発生状況について述べる。目合0.1mmの北原式定量プランクトンネットによるサンプリングのため、大型の植物プランクトン以外はほとんど網目から抜けてしまっているものと考えられるが、採集された植物プランクトンの内、採集日毎の細胞数で97.6-100%が珪藻であり、11月上-中旬に*Thalassiosira*属を中心とした珪藻のブルームが認められた（図6）。

碎波帯（塩屋）における橈脚類の出現をみると（図7）、1年を通じてみても特に12月にノープリウスの大量発生が認められた。一方、コペポダイト期以降は2005年9月に大量発生が認められるが、2004年生まれアユの海域生活期に限ってみると、11月から4月にかけて水温の低下とともに徐々に減少する傾向が認めら

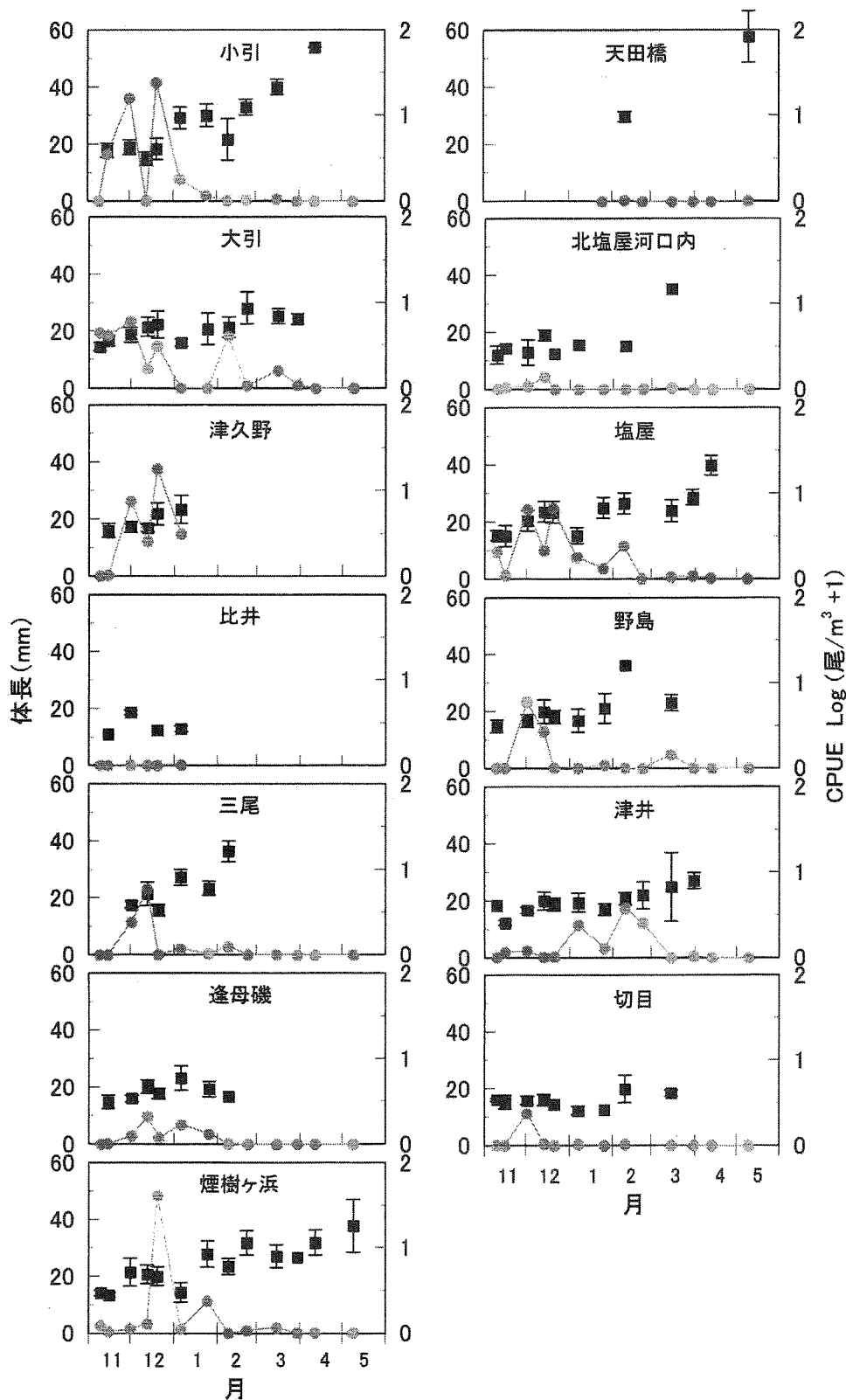


図3 2004年11月-2005年5月に碎波帯および河口内でサーフネットにより採集されたアユ仔稚魚の体長 (■, 平均±標準偏差) とCPUE (●).

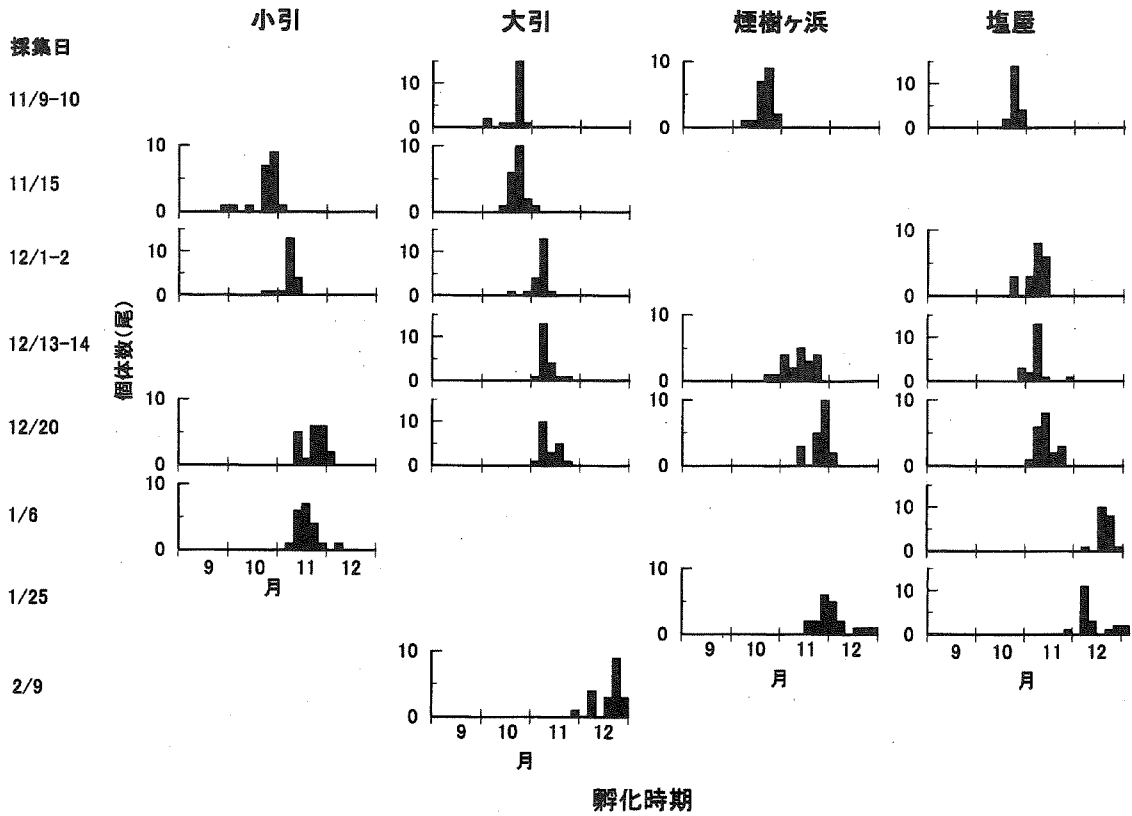


図4 2004年11月-2005年2月に碎波帯4定点で採集されたアユ仔稚魚の耳石日周輪解析に基づく孵化日組成。

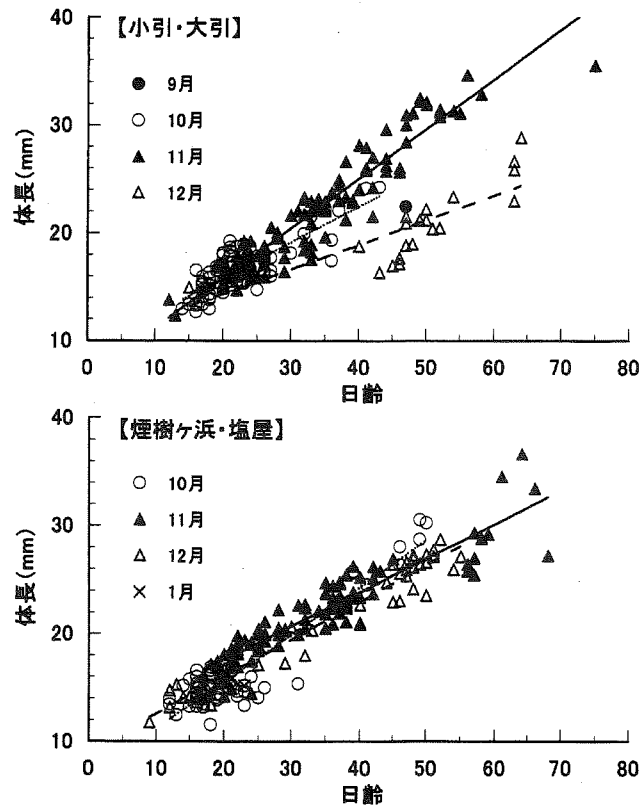


図5 2004年10-12月に碎波帯2海域(4定点)で採集されたアユ仔稚魚の成長。  
 小引・大引：10月， $y=0.33x+9.2$ ， $R^2=0.69$ ；11月， $y=0.46x+6.6$ ， $R^2=0.90$ ；  
 12月， $y=0.23x+9.8$ ， $R^2=0.66$ 。煙樹ヶ浜・塩屋：10月， $y=0.44x+6.9$ ，  
 $R^2=0.87$ ；11月， $y=0.31x+11$ ； $R^2=0.83$ ；12月， $y=0.35x+9.2$ ， $R^2=0.95$ 。

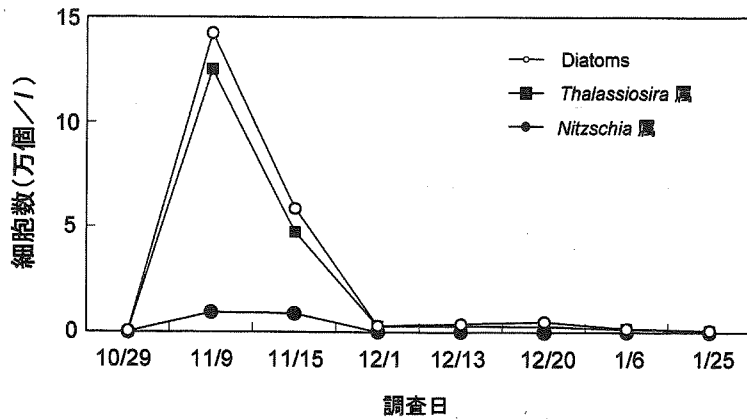


図6 2004年10月-2005年1月に碎波帯(塩屋)で北原式定量プランクトンネット(目合0.1mm)により採集された珪藻の細胞数の季節変化。

れた。なお塩屋は日高川河口左岸側に近接する碎波帯で(図1)、河川水の影響を強く受け、降雨時にはかなり低塩分になる定点である(図7)。次に、アユ仔稚魚の初期生活期に相当する11-1月の橈脚類の発生状況についてより詳しくみると(図8)、碎波帯3定点(小引・塩屋・津井)では、紀伊水道南部海域に位置する塩屋・津井においてノープリウスの出現量が多く、ともに12月に出現ピークが認められた。コペポダイト期以降の出現は塩屋で若干多く、特に小引・塩屋において11-12月にカラヌス目(主としてパラカラヌス科のコペポダイト期)およびキクロプス目(主としてオイトナ科のコペポダイト期、*Oithona oculata*(塩屋)および

*Oithona brevicornis*(小引・塩屋)が多く出現した。日高川河口沖の5・10・20m底深帯では、10m底深帯においてノープリウス・コペポダイト期以降とも出現量が多く、12月上旬にピークが認められた。このピーク時において出現量の多かったのは*Paracalanus crassirostris*および*Paracalanus parvus*で、ほぼ同程度の密度であった。5・10・20m底深帯のうち、5m底深帯は河口直前からやや離れた地点で採集を行ったため塩分が高く、10m底深帯で表層塩分が常に最低となり、各調査日ごとにみると塩分が低いほど橈脚類密度が高くなった(図9)。河口沖の定点のうち最も河川水の影響が認められた10m底深帯と碎波帯を比較する

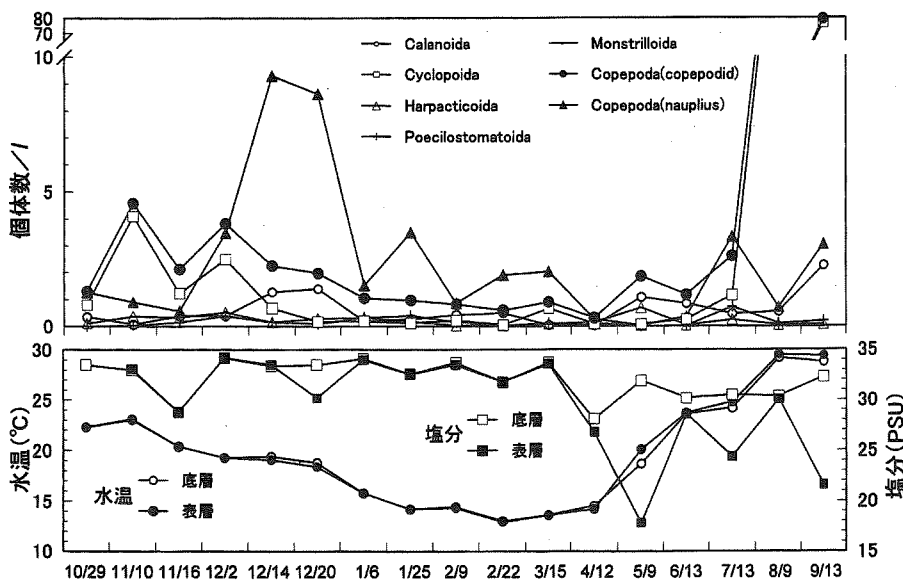


図7 2004年10月-2005年9月の碎波帯(塩屋)における橈脚類出現量と水温・塩分の季節変化。

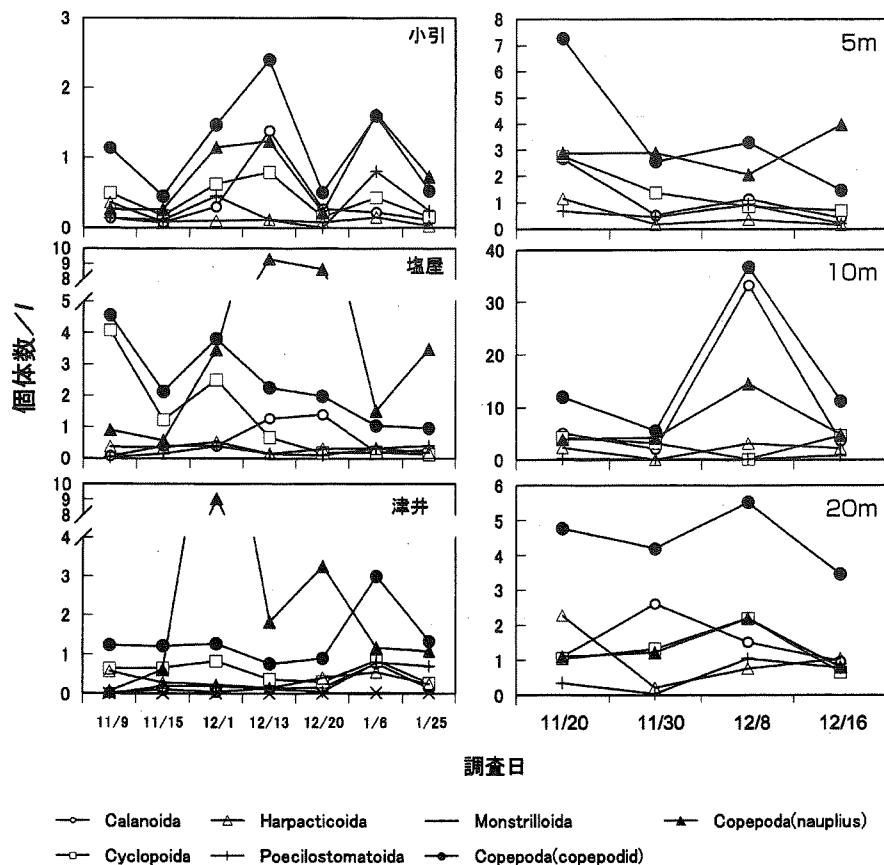


図8. 2004年11月-2005年1月に碎波帯3定点(小引、塩屋、津井)と日高川河口周辺浅海域(5-20m底深帯)における橈脚類出現量の季節変化。

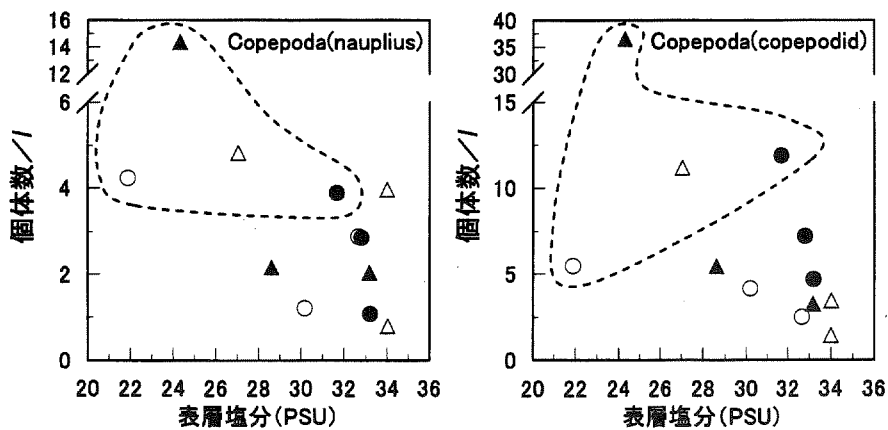


図9. 2004年11-12月の日高川河口周辺浅海域(5, 10, 20m底深帯)における橈脚類出現量と表層塩分の関係。  
 ●, 11/20; ○, 11/30; ▲, 12/8; △, 12/16. 破線で囲まれた記号は10m底深帯の結果を表す。

と、ノープリウスの出現ピークは良く一致しているといえる。一方で、コペポダイト期以降のピークは一見一致していないように思われるが、10m底深帯で優占したカラヌス目(主として*Paracalanus*属)に注目すると、碎波帯(塩屋・小引)と10m底深帯のピークは

良く一致していることが解る(図8)。

**海産稚アユ漁獲物調査** 海産稚アユの採捕は2005年2月2日から行われたが、一度に大量のアユが採捕されたため2月6日に一旦中止となり、2月16日に再開

したが、再び大量に採捕され予定量に達したため、その日のうちに終了となった。採捕量は8.2t（南部町以北1.5t、田辺湾6.7t）、735万尾（南部町以北278万尾、田辺湾457万尾）であった。本年の特徴として、田辺湾での採捕量が多く（図10）、南部町漁協および湊浦漁協での採捕がそれぞれ10年および13年ぶりであったことや、早期に大型の個体がまとまって採捕されたことが挙げられる。

地理的な位置を考慮に入れながら採捕漁協別に体長組成をみると（図11）、2月2-6日の採捕群では唐尾・小引浦の体長が小さく（平均45.7-46.3mm）、大引・田辺で大きく（平均47.5-53.6mm）、湊浦・新庄で再び小さい（平均41.5mm）傾向が認められた。ま

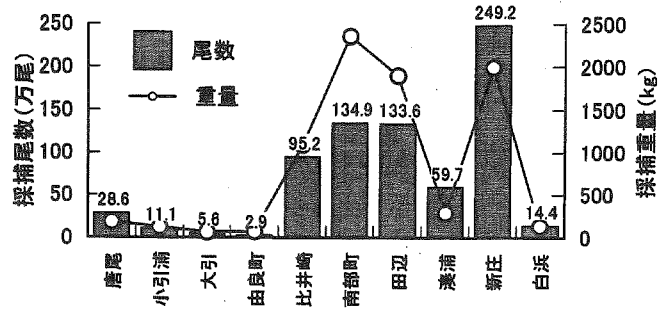


図10 2005年2月2-6日および16日の海産稚アユ採捕期間中に漁獲された稚アユの漁協別尾数と重量。

た、2月16日の採捕群でも唐尾・小引浦は小さく（平均45.2-47.2mm）、由良町・南部町では体長55-70mm

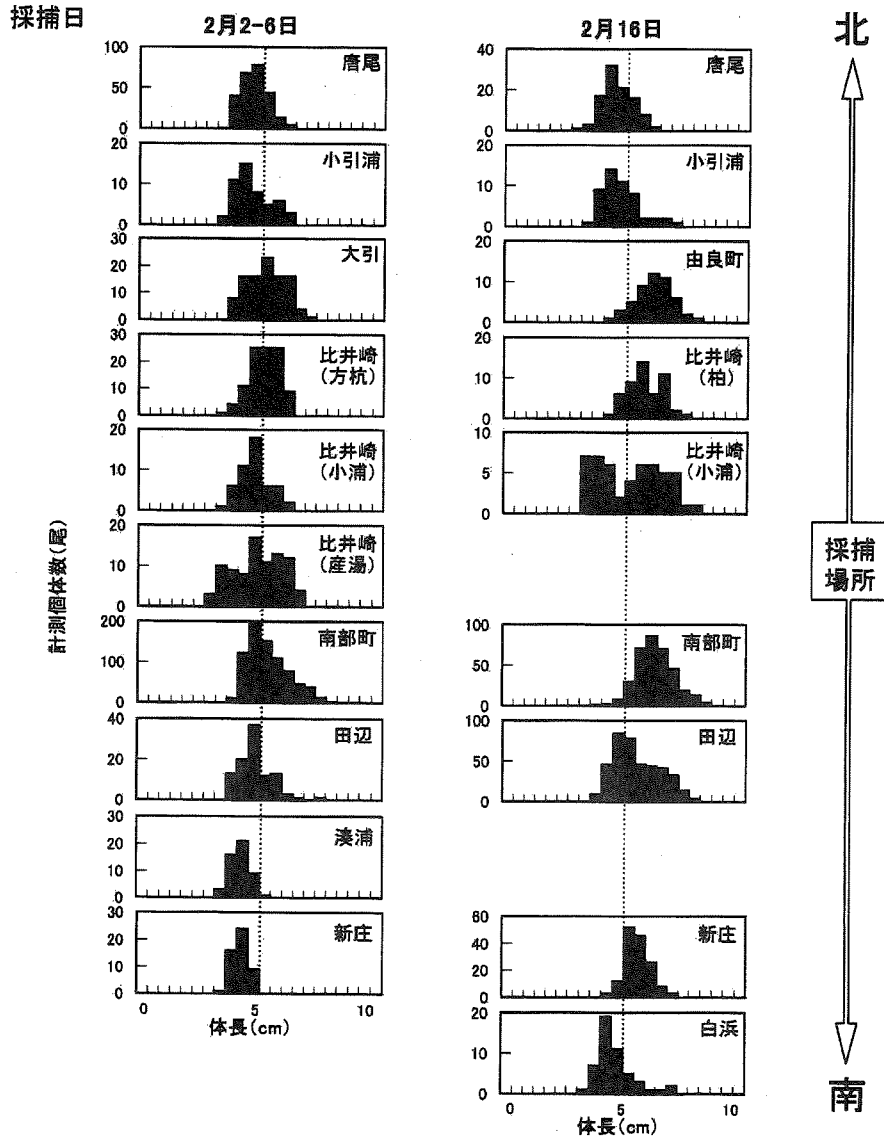


図11 2005年2月2-6日および16日の海産稚アユ採捕期間中に漁獲された稚アユの漁協別体長組成。比井崎漁協に関しては採捕地点別に示す。



付近の大きめの個体が多く認められた(2峰型である小浦を除いた平均58.7-64.4mm)。田辺・白浜は体長40-55mm付近の個体が中心(平均46.6-56.2mm)で、由良町・南部町より小さい傾向にあった。このような体長組成の地理的不連続性が生じる要因は様々に考えられ、本研究において特定することは出来ないが、体長組成に不連続性が認められた地点はそれぞれ距離的に有田川と日高川の間地点、および日高川と日置川の間地点付近で、またその周辺にはアユ仔魚分散の地理的障壁となる可能性が考えられる白崎・森の鼻・天神崎といった岬も存在しており(図1)、各河川の流下仔魚の主要な分散範囲に起因しているのかもしれない。

比較的多く採捕された採捕群の孵化日組成を地域毎にみると(図12)、由良町方杭から南部町にかけての地域では主として日高川の流下ピーク<sup>9)</sup>に相当する11月上・中旬生まれの個体が採捕されていた。一方、田辺湾では2月2-6日の採捕群では11月の下旬生まれの個体が、2月16日の採捕群では11月上・中旬生まれの個体が採捕されており、採捕を中止した10日間間に孵化日組成が大きく変化した。

体長と日齢の関係をみると(図13)、11月生まれの子体では南部町、田辺湾、由良町・日高町の順に成長が良い傾向にある。孵化体長を6mmと仮定し、各地域の平均成長率(mm/日)を求めると、南部町で $0.57 \pm 0.02$ (95%信頼区間)、田辺湾で $0.54 \pm 0.01$ 、由良町・日高町で $0.51 \pm 0.02$ であり、各地点間で有意差が認められた(t検定、由良町・日高町・田辺湾(両側 $p < 0.05$ )、他(両側 $p < 0.01$ ))。由良町・御坊市を中心として採捕された群毎に平均成長率を求めた1999-2002年の結果<sup>8,17-19)</sup>と比較すると、本年は全地域で0.45-0.62mm/日、由良町・日高町で0.45-0.59mm/日であり、日高川における回帰率が0.472%と高かった2001年生まれ(0.44-0.58mm/日)とほぼ同程度の成長率であった(本年の回帰率は0.345%)。また、回帰率が0.2%未満と低かった1999、2000および2002年生まれの平均成長率は、それぞれ0.33-0.54、0.37-0.48および0.37-0.50mm/日と低い値を示している。一方で、本年の11月生まれの平均成長率は、1990、1992、1995-1997年の11月生まれの平均成長率<sup>20)</sup>と比較すると最も高く、回帰率との間に明瞭な関係は見出せなかった。

遡上稚魚調査 日高川漁協による2004年生まれ群の

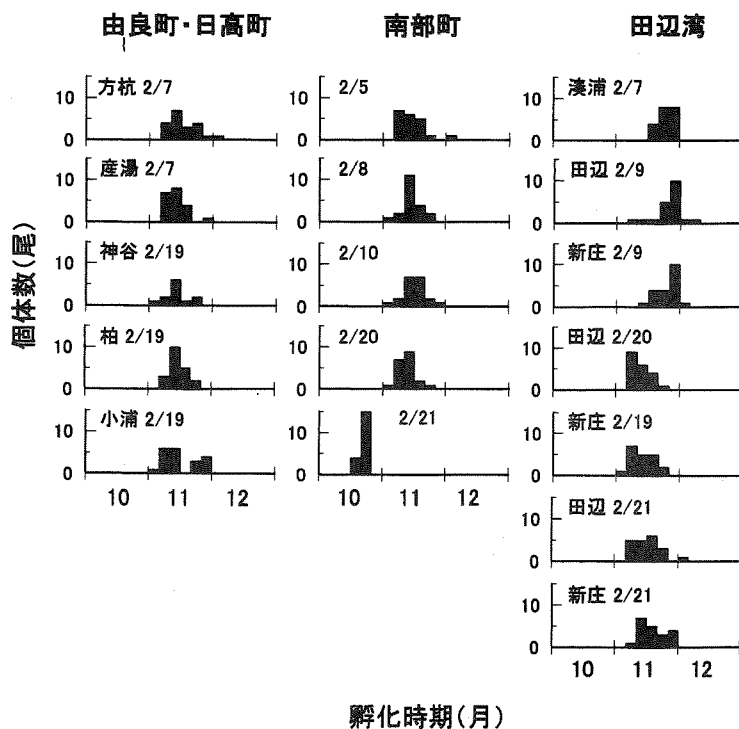


図12. 2005年2月2-6日および16日の海産稚アユ採捕期間中に漁獲された稚アユの採捕場所別孵化時期。図中の日付は出荷日を示す。

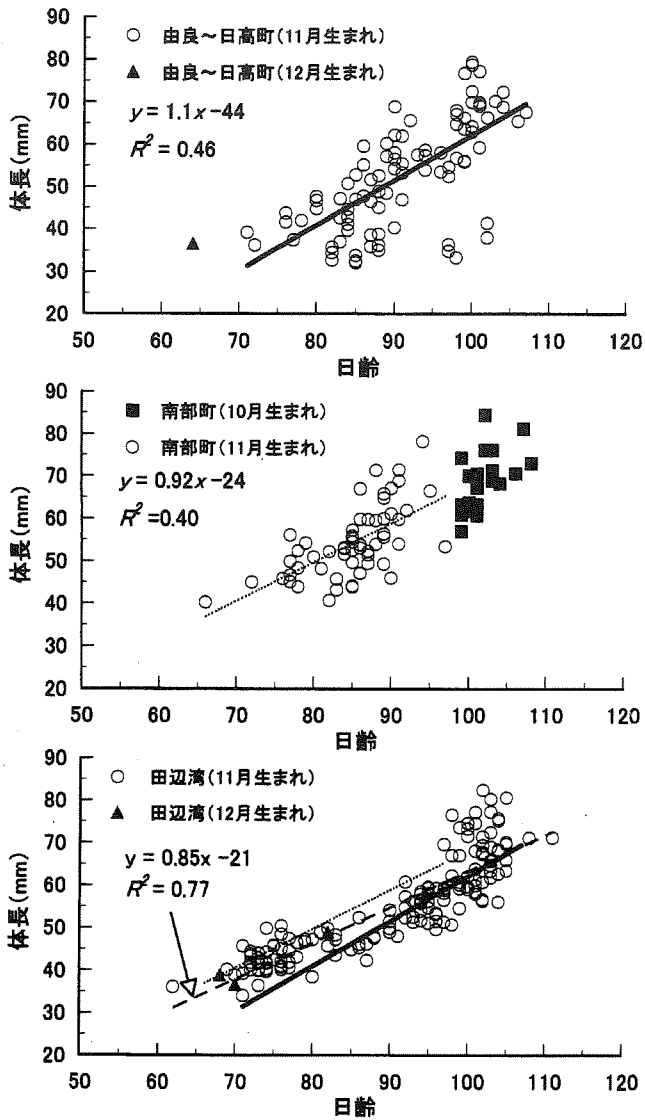


図13 2005年2月2-6日および16日の海産稚アユ採捕期間中に漁獲された稚アユの耳石日周輪解析に基づく採捕場所別成長。成長直線は11月生まれのみを示す。田辺湾のグラフには由良~日高町および南部町の成長直線も併せて示す。

遡上データから、日高川若野井堰を越えた個体とダム上流へのすくい越しを行った個体の総計は約466万尾と推定され、主要な遡上期は3月下旬-5月上旬であった(図14)。遡上期毎の体長組成(図15)および孵化日組成(図16)をみると、早期遡上群ほど早生まれで体長が大きいという一般的な現象が認められた<sup>21,23)</sup>。多く遡上したのは11月下旬から12月中旬に生まれた個体であり(図14、16)、日高川の流下ピーク<sup>9)</sup>に相当する11月上・中旬生まれの個体の割合は少なかった。これは日高川周辺海域における海産稚アユの漁獲圧が特に11月上・中旬生まれの個体で高かった(図12)のために生じた現象と思われる、高橋<sup>23)</sup>がすでに同じ現象を報告するとともに、海産稚アユの採捕がかなりの漁獲圧となっていることを指摘している。また、吉本・高橋<sup>9)</sup>はDeLury法を用いた解析を行い、海産稚アユ漁獲率は非常に高く、初期資源量の65-87%と推測している。

**まとめ** 降水量、アユ仔魚の流下、珪藻・橈脚類発生のタイミングについて図17にまとめる。2004年は10月中旬にまとまった降雨があったため、仔魚の流下ピークが11月上・中旬<sup>9)</sup>と例年よりも若干早まった。橈脚類の餌料である珪藻のピークは11月上・中旬で、やや遅れて12月上・中旬に橈脚類ノープリウスの大量発生が認められた。コペポダイト期以降の橈脚類の出現は碎波帯では水温の低下とともに徐々に減少した(主として*Oithona*属)が、河口沖(10m底深帯)では12月上旬に大量発生(主として*Paracalanus*属)が認められた。また、*Paracalanus*属のピークは碎波帯でも12月中旬に認められた。碎波帯に出現したアユ仔稚魚

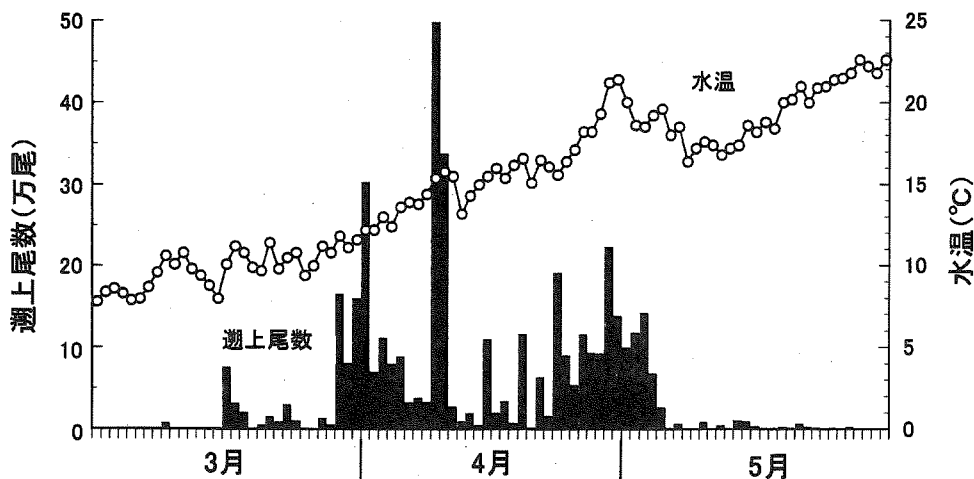


図14 2005年3-5月における日高川若野井堰魚道のアユ遡上尾数と13:00の水温(日高川漁業協同組合)。

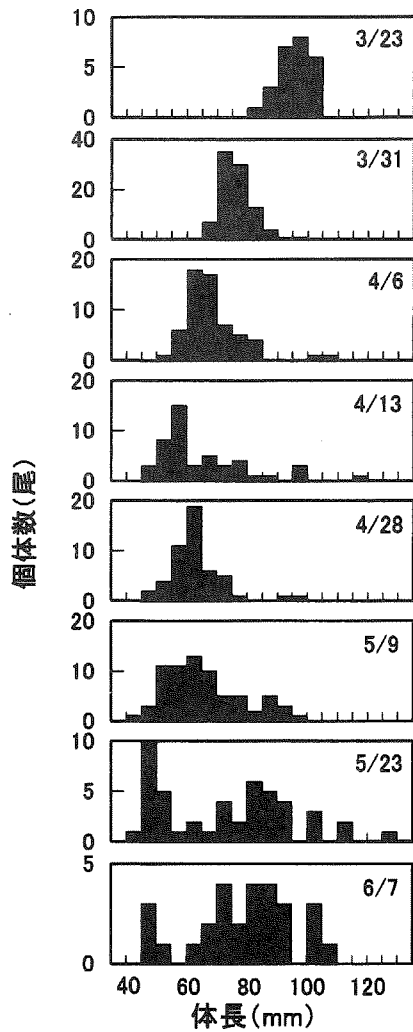


図 15 2005 年に日高川若野井堰魚道において投網 (30 節) およびタモ網で採集したアユの体長組成。

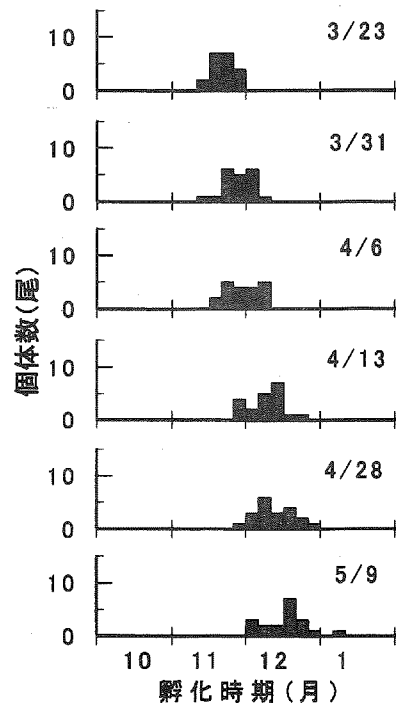


図 16 2005 年に日高川若野井堰魚道において投網 (30 節) およびタモ網で採集したアユの耳石日周輪解析に基づく孵化日組成。

の孵化ピークは2つ認められ、11月上・中旬生まれのピークは日高川の流下ピーク<sup>9)</sup>に対応していたのに対し、11月下旬生まれのピークは流下後に橈脚類の大量発生が生じていることから、良好な餌料環境による生残率の向上に対応したものと推測される。碎波帯出現

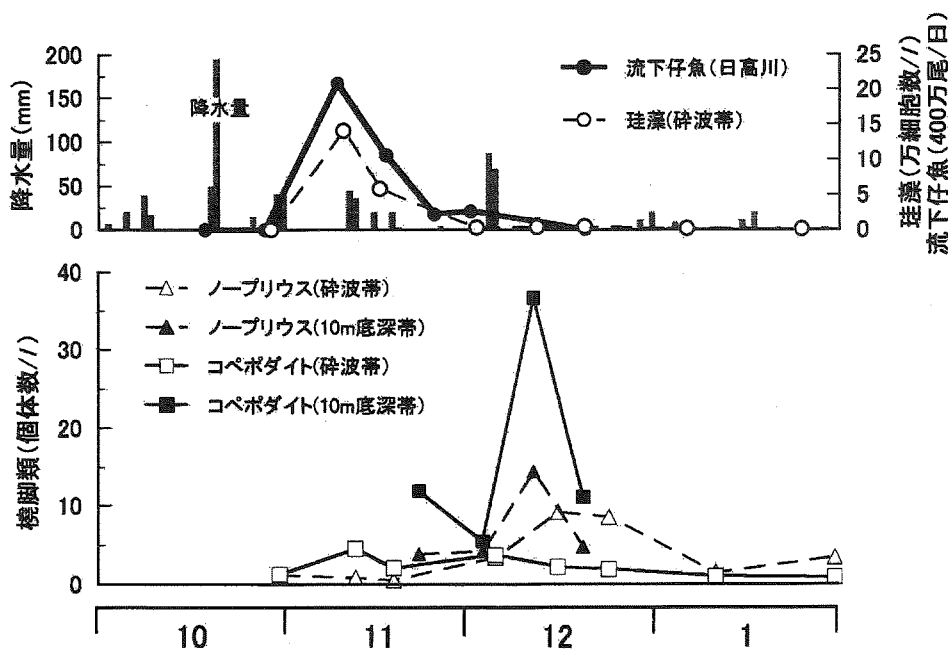


図 17 2004 年 10 月 - 2005 年 1 月の降水量 (龍神, 気象庁気象統計情報) と流下仔魚 (日高川: 高橋ら, 2006), 珪藻 (塩屋碎波帯) および橈脚類 (塩屋碎波帯および日高川河口沖 (水深 10m)) の出現。

期から遡上期までのアユ仔稚魚の成長をまとめると(図18)、ロジスティック回帰が良くあてはまり、特に成長の良好な11月生まれ群は約80日齢、体長40-60mm付近から成長率が急激に大きくなっていることがわかる。今後、耳石輪紋間隔を計測することで、個体毎にどのような成長をしたのか、また、どのような個体が生残したのかを明らかに出来るものと期待される。

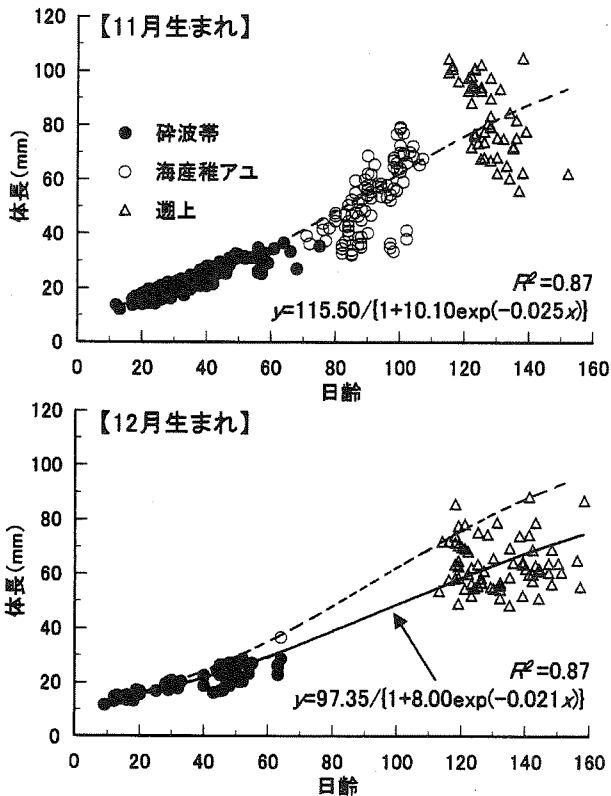


図18 2004年における日高川周辺海域(碎波帯:小引,大引,煙樹ヶ浜,塩屋;海産稚アユ:由良町~日高町)および日高川若野井堰で採集されたアユの孵化時期別成長。12月生まれのグラフには11月生まれの成長曲線(破線)も併せて示す。

### 引用文献

- 吉本 洋・高橋芳明. 2006. 紀伊水道東部海域における稚アユの漁獲量変動要因. 水産増殖, 54(1): 89-94.
- 原田慈雄・藤井久之・加藤邦彰・高橋芳明・吉本 洋. 2006. 和歌山県中部碎波帯におけるアユ仔稚魚の出現と成長-豊漁年(2004年生まれ)と不漁年(2005年生まれ)の比較-. 2006年第28回稚魚研究会講演要旨.
- 原田慈雄. 2006. 和歌山県中紀における近年のアユ資源変動について. アユ資源研究会報告書(平成15~17年度とりまとめ), 83-86.
- Kinoshita, I. 1986. Postlarvae and juveniles of silver sea bream, *Sparus sarba* occurring in the surf zones of Tosa Bay, Japan. Japan. J. Ichthyol., 33: 7-12.
- Tsukamoto, K. and T. Kajihara. 1987. Age determination of Ayu with otolith. Nippon Suisan Gakkaishi, 53: 1985-1997.
- 高橋芳明・原田慈雄・藤井久之・加藤邦彰. 2006. 2004年の日高川におけるアユの流下仔魚について. 平成16年度和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場内水面研究所事業報告, 30: 10-14.
- 東 健作・堀木信男・谷口順彦. 2003. 和歌山県中部の沿岸域におけるアユ資源の年変動. 水産増殖, 51(3): 263-271.
- 高橋芳明. 2005. 2003年の海産稚アユの孵化日と体長について. 平成15年度和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場内水面研究所事業報告, 29: 8-12.
- 吉本 洋・高橋芳明. 2006. 紀伊水道東部海域における稚アユ資源量の推定. 水産増殖, 54(3): 341-346.
- Houde, E. D. 1987. Fish early life dynamics and recruitment variability. Am. Fish. Soc. Symp., 2: 17-29.
- 山路 勇・高松史朗・平井久男. 1965. 海産稚仔アユの食性. 木曾三川河口資源調査報告2, 木曾三川河口資源調査団, 533-540.
- 山路 勇・高松史朗・平井久男. 1967. 海産稚仔アユの食性II. 木曾三川河口資源調査報告3, 木曾三川河口資源調査団, 171-189.
- 浜田理香・木下 泉. 1988. 土佐湾の碎波帯に出現するアユ仔稚魚の食性. 魚類学雑誌, 35(3): 382-388.
- 高橋勇夫・木下 泉・東 健作・藤田真二・田中 克. 1990. 四万十川に出現するアユ仔魚. 日本水産学会誌, 56: 871-878.
- 奥山芳生. 2000. アユ仔稚魚の食性について. 平成10年度和歌山県農林水産総合技術センター内水面漁業センター事業報告, 24: 19-20.
- 八木佑太・美藤千穂・舟越 徹・木下 泉・高橋勇夫. 2006. 土佐湾沿岸域におけるアユ仔魚の分布およ

- び食性. 日本水産学会誌, 72(6): 1057-1067.
- 17) 高橋芳明. 2002. 耳石による海産稚アユの日齢査定. 平成12年度和歌山県農林水産総合技術センター内水面漁業センター事業報告, 26: 5-8.
- 18) 高橋芳明. 2003. 2001年に採捕された海産稚アユの孵化日組成について. 平成13年度和歌山県農林水産総合技術センター内水面漁業センター事業報告, 27: 25-27.
- 19) 高橋芳明. 2004. 2002年に採捕された海産稚アユの孵化日組成について. 平成14年度和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場内水面研究所事業報告, 28: 8-11.
- 20) 吉本 洋・藤井久之・中西 一. 2000. 和歌山県海域における海産稚アユの成長特性. 平成10年度和歌山県農林水産総合技術センター内水面漁業センター事業報告, 24: 9-14.
- 21) Tsukamoto K., R. Ishida, K. Naka and T. Kajihara. 1987. Switching of size and migration pattern in successive generations of the landlocked ayu. Pages 492-506 in Dadswell M. J., R. J. Klauda, C. M. Moffitt, R. L. Saunders and R. A. Rulifson (eds.), Common strategies of anadromous and catadromous fishes. American Fisheries Society Symposium 1. Am. Fish. Soc., Bethesda, Maryland, USA.
- 22) 塚本勝巳. 1988. アユの回遊メカニズムと行動特性. 上野輝彌・沖山宗雄(編), pp.100-133. 現代の魚類学. 朝倉書店, 東京.
- 23) 高橋芳明. 2005. 2003年の日高川における遡上稚アユの孵化日と体長について. 平成15年度和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場内水面研究所事業報告, 29: 13-18.

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、衣奈浦・小引浦・大引・由良町・比井崎・三尾・美浜町・御坊市・印南町漁業協同組合、和歌山県漁業協同組合連合会、日高川漁業協同組合、有田・日高・西牟婁振興局産業総務課および県庁資源管理課の各位には深いご理解とご協力を賜った。ここに厚く御礼申し上げる。

アルバイトの前田恵美氏および現業技能員の佐武功三氏には、アユ仔稚魚の体長測定をお手伝い頂いた。ここに記して謝意を表する。

和歌山県水産試験場事業報告

付表 1. 碎波帯調査における定点・採集日別のアユ仔稚魚の出現数, CPUE, 体長とサーフネット曳網時間

	小引	大引	津久野	比井	三尾	釜母磯	煙衝ヶ浜	天田橋	北塩屋 河口内	塩屋	野島	津井	切目
11/9, 10	Number 0	581	0	0	0	0	81		2	182	3	1	4
	Time (min.) 6	3	6	3	5	3.5	6		4	3	6	3	4
	CPUE (n/min.) 0	193.67	0	0	0	0	13.5		0.5	60.667	0.5	0.3333	1
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0	3.443	0	0	0	0	0.24		0.0089	1.0785	0.0089	0.0059	0.0178
	SL (mean) 12.5	14.5					14.2		12.0	15.2	14.8	18.3	16.1
	SL (min.) 12.5	12.5					11.5		9.8	10.1	12.1	18.3	15.5
	SL (max.) 19.2	19.2					16.6		14.2	18.6	16.3	18.3	16.4
11/15, 16	Number 425	1054	13	1	0	2	7		11	12	1	42	2
	Time (min.) 3	6	7.5	4	5	4	2.5		3.5	2	3.5	5	7
	CPUE (n/min.) 141.67	175.67	1.7333	0.25	0	0.5	2.8		3.1429	6	0.2857	8.4	0.2857
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 2.5185	3.123	0.0308	0.0044	0	0.0089	0.0498		0.0559	0.1067	0.0051	0.1493	0.0051
	SL (mean) 17.9	16.6	16.0	11.0		14.8	13.4		14.4	15.1	破壊	12.2	15.4
	SL (min.) 10.6	14.3	11.4	11.0		13.0	12.4		12.1	10.0		10.4	13.7
	SL (max.) 22.8	23.5	18.9	11.0		16.5	14.8		15.5	19.0		13.7	17.1
12/1, 2	Number 2536	564	1089	2	241	54	46		18	1538	844	56	390
	Time (min.) 3	2	3	3	3	4	7		4	5	3	5	5
	CPUE (n/min.) 845.33	282	363	0.6667	80.333	13.5	6.5714		4.5	307.6	281.33	11.2	78
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 15.028	5.0133	6.4533	0.0119	1.4281	0.24	0.1168		0.08	5.4684	5.0015	0.1991	1.3867
	SL (mean) 19.0	18.7	17.3	18.7	17.5	16.1	21.5		12.9	20.3	16.6	16.6	15.9
	SL (min.) 15.6	15.6	15.3	18.1	15.2	14.1	10.9		6.6	14.0	12.3	14.7	12.5
	SL (max.) 24.5	25.3	23.9	19.2	19.5	18.0	28.9		22.9	26.7	22.9	18.8	18.5
12/13, 14	Number 2	152	530	0	814	185	104		80	392	430	5	14
	Time (min.) 2	4	6	3	3	3	6		3.5	6	4.5	5	5
	CPUE (n/min.) 1	38	88.333	0	271.33	61.667	17.333		22.857	65.333	95.556	1	2.8
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0.0178	0.6756	1.5704	0	4.8237	1.0963	0.3081		0.4063	1.1615	1.6988	0.0178	0.0498
	SL (mean) 14.9	21.5	17.0		21.4	20.2	20.8		18.9	23.5	19.9	19.9	16.1
	SL (min.) 13.3	12.3	13.6		14.9	15.5	15.0		16.0	13.1	14.5	15.2	12.7
	SL (max.) 16.6	31.6	19.2		32.0	25.6	30.4		22.9	30.5	32.1	23.4	20.5
12/20, 21	Number 4620	649	1902	1	2	37	6870		1	1610	4	10	1
	Time (min.) 3.5	5.5	2	4	5	3.5	3		3.5	5	4.5	5	4
	CPUE (n/min.) 1320	118	951	0.25	0.4	10.571	2290		0.2857	322	0.8889	2	0.25
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 23.467	2.0978	16.907	0.0044	0.0071	0.1879	40.711		0.0051	5.7244	0.0158	0.0356	0.0044
	SL (mean) 18.4	22.3	21.9	12.5	15.7	17.7	20.0		12.4	23.4	18.2	18.7	14.5
	SL (min.) 11.9	12.4	14.3	12.5	14.3	14.5	15.1		12.4	17.8	14.9	16.2	14.5
	SL (max.) 24.9	29.7	29.2	12.5	17.2	20.9	27.1		12.4	33.4	19.9	21.7	14.5
1/6, 7	Number 272	3	486	4	30	116	51		1	360	2	475	11
	Time (min.) 6	9	4	4	3	3	7		5	8	5	6	6.5
	CPUE (n/min.) 45.333	0.3333	121.5	1	10	38.667	7.2857		0.2	45	0.4	79.167	1.6923
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0.8059	0.0059	2.16	0.0178	0.1778	0.6874	0.1295		0.0036	0.8	0.0071	1.4074	0.0301
	SL (mean) 29.2	16.0	23.4	12.9	27.3	23.2	14.3		15.6	15.2	16.8	19.4	12.3
	SL (min.) 20.2	14.4	13.2	11.5	14.9	14.2	9.0		15.6	10.3	13.9	13.2	9.1
	SL (max.) 35.5	16.9	33.8	13.8	30.5	29.4	23.3		15.6	23.5	19.7	26.6	14.0
1/25, 26	Number 60	2			5	53	557		0	129	15	82	1
	Time (min.) 6.5	9			3	3	7		4.5	7	3	5	7
	CPUE (n/min.) 9.2308	0.2222			1.6667	17.667	79.571		0	18.429	5	16.4	0.1429
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0.1641	0.004			0.0296	0.3141	1.4146		0	0.3276	0.0889	0.2916	0.0025
	SL (mean) 29.9	20.7			23.4	19.3	27.9		24.9	21.0	16.9	12.6	
	SL (min.) 11.2	16.8			21.1	16.0	18.0		15.0	16.1	11.7	12.6	
	SL (max.) 33.8	24.6			26.0	31.2	39.0		29.0	34.5	19.8	12.6	
2/9, 10	Number 5	1457			49	1	3	13	1	396	1	866	12
	Time (min.) 7.5	8.5			3.5	2.5	6	13	5.5	5	3	5.5	6
	CPUE (n/min.) 0.6667	171.41			14	0.4	0.5	1	0.1818	79.2	0.3333	157.45	2
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0.0119	3.0473			0.2489	0.0071	0.0089	0.0178	0.0032	1.408	0.0059	2.7992	0.0356
	SL (mean) 21.6	21.3			36.4	16.7	23.6	29.5	15.0	26.4	36.2	20.6	19.9
	SL (min.) 15.5	15.8			29.8	16.7	20.5	27.0	15.0	18.3	36.2	15.8	16.4
	SL (max.) 30.1	29.3			43.0	16.7	26.1	32.9	15.0	31.8	36.2	25.0	28.2
2/22, 23	Number 15	55			0	0	66	0	0	0	0	615	
	Time (min.) 7	12			3	2.5	14	4.5	4.5	12	3	7	
	CPUE (n/min.) 2.1429	4.5833			0	0	4.7143	0	0	0	0	87.857	
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0.0381	0.0815			0	0	0.0838	0	0	0	0	1.5619	
	SL (mean) 32.9	28.1					31.9					21.9	
	SL (min.) 24.9	16.3					18.2					14.1	
	SL (max.) 35.7	38.7					41.8					42.8	
3/15, 16	Number 19	173			0	0	75	0	11	25	102	4	3
	Time (min.) 6.5	6			3.5	2.7	10	8.5	4.5	9	5	6	7
	CPUE (n/min.) 2.9231	28.833			0	0	7.5	0	2.4444	2.7778	20.4	0.6667	0.4286
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0.0619	0.6102			0	0	0.1587	0	0.0517	0.0588	0.4317	0.0141	0.0091
	SL (mean) 40.1	25.3					27.1		35.3	24.0	23.0	24.8	18.5
	SL (min.) 34.2	20.4					21.7		19.4	17.3	17.0	16.8	17.3
	SL (max.) 45.6	33.9					38.5		40.2	31.0	28.5	42.7	19.3
3/30, 31	Number 0	43			0	0	1	0	0	29	0	15	0
	Time (min.) 5.5	10			3	3	16	9	10	8	2.5	6.5	9
	CPUE (n/min.) 0	4.3			0	0	0.0625	0	0	3.625	0	2.3077	0
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0	0.091			0	0	0.0013	0	0	0.0767	0	0.0488	0
	SL (mean) 24.2						26.7			28.6		27.0	
	SL (min.) 19.4						26.7			23.6		22.3	
	SL (max.) 26.7						26.7			33.0		32.2	
4/12, 13	Number 1	0			0	0	7	0	0	9	0	0	0
	Time (min.) 8	12			5	3	14	9.5	8	10	3.5	8	6
	CPUE (n/min.) 0.125	0			0	0	0.5	0	0	0.9	0	0	0
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0.0026	0			0	0	0.0106	0	0	0.019	0	0	0
	SL (mean) 53.8						31.8			39.8			
	SL (min.) 53.8						25.9			34.4			
	SL (max.) 53.8						37.4			44.8			
5/9, 10	Number 0	0			0	0	6	10	0	0	0	0	0
	Time (min.) 6	13			2.5	3.5	9	8.7	8	6	3.7	8	6
	CPUE (n/min.) 0	0			0	0	0.6667	1.1494	0	0	0	0	0
	CPUE (n/m <sup>3</sup> ) 0	0			0	0	0.0119	0.0204	0	0	0	0	0
	SL (mean) 37.7						57.6						
	SL (min.) 29.8						39.1						
	SL (max.) 52.2						71.5						

付表2. 2004年10月-2005年9月の碎波帯および河口内における水温(°C)

日付	小引		大引		津久野		比井		三尾		遠田磯		磯崎ヶ浜		北塩原河口		天田橋		塩原		野島		津井		切目			
	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層		
2004.10/29	22.7	22.6	22.5	22.1	22.2	22.2	22.2	22.2	22.4	22.2	22.2	22.2	22.8	22.8	22.8	22.5	22.3	22.3	21.9	21.9	22.3	22.3	21.9	21.9	22.6	22.6	22.5	22.5
11/9, 10	21	20.8	21.3	21.4	20.7	21.4	21	21.6	21.4	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	19.9	16.2	22.8	22.8	20.4	20.4	20.2	19.8	21.6	21.6	21.1	21.6	21.4
11/15, 16	18.4	18.3	19.2	18.8	18.9	18.7	17.9	17.6	17.5	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	16.8	15.2	20.3	20.2	19.3	19.3	17.9	17.7	19.9	19.8	19.9	19.8	19.8
12/1, 2	18.5	18.5	19	18.9	18.6	18.5	18.8	18.6	19	18.9	19.2	19.2	19.2	19.2	16.8	12.9	19.4	19.1	18.8	18.4	19.4	18.8	18.4	19	18.8	19.7	18.3	
12/13, 14	17.6	17.6	17.7	17.7	17.6	17.6	17.7	16.4	16.4	16.1	16	16	16	16	14.7	13.7	18.8	18.8	15.7	15.8	18.8	18.4	15.7	15.6	18	18	17.9	
12/20, 21	15.6	15.6	15.7	15.4	15.6	15.4	15.4	14.7	14.7	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	10.3	14.3	14.3	14.3	14.2	14.2	14.2	14	14.2	14.2	14.5	14.4	
2005.1/6, 7	14.2	14.2	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	12.1	12.1	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	11.4	12.9	12.9	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	14.2	14.2	14.1	14.5	14.4
1/25, 26	13.5	13.5	13.4	13.6	13.5	13.4	13.6	13.1	13.1	14	14	14	14	14	14	12	14.3	14.3	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	14.2	14.2	13.8	13.6	13.6
2/9, 10	13.2	13.1	13.5	13.4	12.8	12.7	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	10.9	13.2	11.4	13.2	11.4	13	12.9	14.7	14.7	14	13.9	13.5	13.5
2/22, 23	13.3	13.3	13.3	13.5	13.3	13.5	13.1	12.6	12.2	12.1	13	13	13	13	13	10.9	13.8	11.2	13.8	11.2	13.6	13.6	13.1	13	13.3	13.1	13.5	13.5
3/15, 16	14.1	14.1	14.3	14.5	14.1	14.3	14.5	15.4	15.4	14.7	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	10.9	15.5	11.2	15.5	11.2	15.4	15.3	16	15.5	15.6	16	15.9	15.9
3/30, 31	14.4	14.2	14.7	14.7	14.5	14.2	14.5	13	13	13	13	13	13	13	13	10.9	13.3	13.4	13.1	11.3	15	14.4	15.3	16	15.5	16	16.3	16.1
4/12, 13	18.5	19.4	18.8	19.6	18.1	18.7	19.2	20	20	19.2	20	20	19.5	17.9	17.9	16.8	17.7	19.5	16.8	16.7	18.7	20.1	19.4	19.5	18.4	18.3	17.7	18.3
5/9, 11	23.1	23.9	23.5	24.3	26	26.6	25.6	26.7	23.9	24	24.1	24.2	23.6	24.3	24.2	24.8	25.9	27.3	25.6	27.3	25.6	24.8	25.9	29.3	29.3	28	28.2	28.8
6/13, 14	28.5	28.8	28	28.5	28.6	26.6	26.7	23.9	24	24.1	24.2	23.6	24.3	24.2	24.8	25.9	27.3	25.6	27.3	25.6	24.8	25.9	29.3	29.3	28	28.2	28.8	
7/13, 14	29.1	29.2	28.6	29.2	28	28	28	28	28	28	28	28	28.4	28.7	27.1	27.4	25.8	25.7	28.8	29.4	28.8	29.4	28.3	28.4	28.4	28.7	28.2	28.8
8/9, 10																												
9/13, 14																												

付表3. 2004年10月-2005年9月の碎波帯および河口内における塩分(PSU)

日付	小引		大引		津久野		比井		三尾		遠田磯		磯崎ヶ浜		北塩原河口		天田橋		塩原		野島		津井		切目			
	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層		
2004.10/29	32.7	32.7	32.8	33	32.7	32.4	30.1	32.6	32.5	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	20.3	33.5	33.5	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.1	33	33.7	33.6	
11/9, 10	32.4	31	33	32.8	33.1	33.3	30.6	33.5	32.7	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	5.2	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.1	33.4	32.5	33.2	33.4
11/15, 16	32.6	32.6	32.8	31.8	32.7	33.4	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	15.1	34.2	34.2	32.8	32.4	34.2	34.2	33.1	34.2	34.2	33.8	33.8	33.1
12/1, 2	32.6	32.6	33.4	33.4	33	33.5	33.5	33.2	33.1	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	5.3	33.4	33.5	33.5	33.1	33.6	33.5	33.5	33.6	32.7	33.7	26.3	33.9
12/13, 14	33.1	33	33	33	33	33.6	33.6	33.6	33.3	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	15.6	34	34	33.7	33.7	34	34	34	34	34	34	34	34
12/20, 21	33.3	33.6	33.3	33.4	33.8	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	8.9	32.6	32.6	33.2	33.2	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6
2005.1/6, 7	32.9	33	33.3	33.4	33.8	33.7	33.7	33.7	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	30	32.6	32.6	33.2	33.2	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6
1/25, 26	33.2	33.3	33.4	33.4	33.7	33.7	33.7	33.7	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	33.6	17	32.6	32.6	33.2	33.2	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6
2/9, 10	33.3	33.3	33.4	33.3	33.7	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	24.5	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7
2/22, 23	33.4	33.4	33.4	33.3	33.7	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3	30	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7
3/15, 16	32.9	32.9	33.2	32.9	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	17.2	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8	33.8
3/30, 31	33.1	31.6	34	33	32.7	31.3	32.2	32	32	32	32	32	32	32	32	5.6	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
4/12, 13	32.4	31.2	32.9	29.9	32.4	31.2	32.2	32	32	32	32	32	32	32	32	19.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2	34.2
5/9, 11	32.3	32.4	33.1	32.4	32.7	33.4	33.2	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	33.1	5	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
6/13, 14	32	31.7	31.1	30.3	29.1	27.4	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	5	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
7/13, 14	33.4	33.3	33.1	31.3	32.9	32.9	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	31.2	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4	32.4
8/9, 10	29.7	29.7	30.6	30.4	29.8	29.5	29.2	29	29	29	29	29	29.8	18.9	4.3	3.9	0.6	0.5	32.3	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6
9/13, 14																												