

# 어항박지를 활용한 종묘방류와 조방적 중간육성에 의한 효과



오카노 다카히로  
(사)수산토목건설기술센터 주임연구원

## 1. 머리말

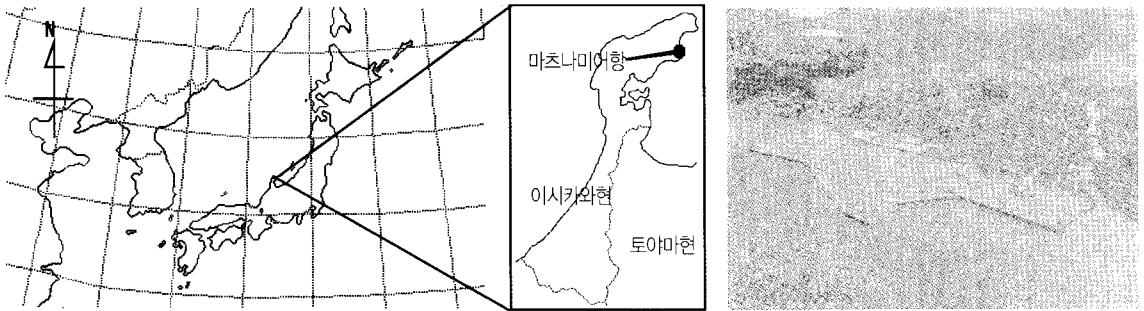
수산업의 긴요한 과제로서 수산자원의 회복을 들 수 있다. 이런 회복을 도모하는 대책의 하나로서 종묘방류가 진행되고 있다. 그러나, 이러한 종묘는 해역으로의 방류초기에 크게 감소되는 것으로 널리 알려져 있다. 그 원인에 대해서는 방류한 종묘의 추적조사와 관찰이 매우 어렵기 때문에 감소의 실태에 대해서는 충분히 해명되지 않았으나, 대형어패류에 의한 식해(食害)의 영향이 많은 것으로 보여지고 있다.

이러한 초기감소를 저감시키기 위해 (1)종묘생산자측(수산시험장 등)에서는 종묘를 크게 기르고, (2)어업자측에서는 공급된 종묘를 일정한 기간동안해상가두리에서 중간육성(대형화)시켜 방류하는 대책이 강구되고 있다. 하지만 (1)에서는 생산코스트가 높은 점, (2)에서는 가두리의 유지·관리에 수고와 시간이 필요하는 점 등이 과제·문제점으로 제기되고 있다.

이러한 과제·문제점을 해결하기 위해 어항박지를 활용한 종묘방류와 조방적 중간육성을 시도했다. 해적(害敵)이 적은 어항박지에서의 종묘방류에 의한 초기감소의 방지와, 가두리를 사용하지 않고 박지자체를 반폐쇄적인 가두리로 보고 중간육성(이하 조방적 중간육성이라 함)시켜 항외로 유실후의 포식압을 저감시킴으로서, 어획물로서의 자원가입의 향상을 기대하는 것이다.

어항은 원래 어선의 안전한 정박과 양육 등에 대한 어업근거지로서의 각종정비가 추진되어온 바이지만, 어항박지는 해적이 되는 대형어가 적은 유치어의 보육장으로 되어 있는것이 밝혀져 오고 있다. 일반적으로 보육장으로 되는 성립요건으로서, ①서식에 적합한 염분농도와 용존산소농도가 유지되어 있고, ②정온하며, ③먹이가 있고, ④포식동물로부터의 차폐물(숨어사는집)이 있으며, ⑤해초장이 있는 등의 사항을 들 수 있으나, ①을 만족시킨 어항박지라면 어느 요건에도 비교적 합치된다고 볼 수 있다.

◎ 본보고에서의 「조방적 중간육성」의 정의  
어항박지자체를 반폐쇄적인 가두리로 보고, 급이하면서 방류종묘를 일정한 기간 육성시키는 것



〈그림 1〉 마츠나미어항의 위치 · 항공사진

본 보고에서는 어느 한 모델사이트를 대상으로 실시한 어항박지를 활용한 감성돔의 중요방류와 그것의 조방적 중간육성에 의한 효과에 관하여 각중조사에 의해 얻어진 지견을 보고한다. 첫째, 모델사이트의 위치 및 대상어종의 선정에 관한 기본관점, 두번째, 어류의 서식장으로 본 어항의 특징에 관하여, 셋째, 중요방류와 조방적 중간육성의 효과에 관하여 보고한다.

## 2. 모델사이트의 위치 및 대상어종

### 2.1 모델사이트의 위치

모델사이트는 〈그림 1〉에서 표시하는 이시가와현 동북부에 위치하는 마츠나미어항이다. 해당 어항은 모래 흙탕물해역에 입지하는 어항이며, 「내항」·「외항」과 같은 단계적인 수역이 형성된 흔히 찾아볼 수 있는 어항형상을 하고 있다. 또한, 박지내의 수질은 양호하며, 항내외에는 아마모해초장·모자반류 해초장이 형성되어 어패류의 서식에 호적한 환경조건을 구비하고 있다.

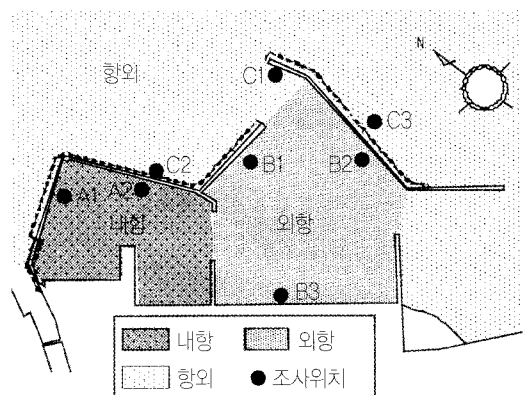
### 2.2 중요방류의 대상어종

어종선정에 있어서는 많은 도도부현에서의 생산이 되고 있는 종류인 것과 어항박지내로의 중요방류와 조

방적 중간육성효과를 기대하기 쉽고 어초성이 있는 종류인 것 등을 고려해 감성돔으로 선정했다.

## 3. 어류의 서식장으로서의 어항

어항박지를 중요방류의 장으로서 활용시 때, 어항에 서식하는 어류 크기의 특징에 대해 파악했다. 조사방법으로서는 잠수사에 의한 목시관찰을 실시했다. 조사빈도는 봄, 여름, 가을 각 계절의 아침, 낮, 저녁 3회를 실시했다. 다만, 이하에서 서술하는 결과는 모두 9회의 조사결과를 합산시켰다. 목시관찰을 진행한 조사위치를 〈그림 2〉에 표시한다.



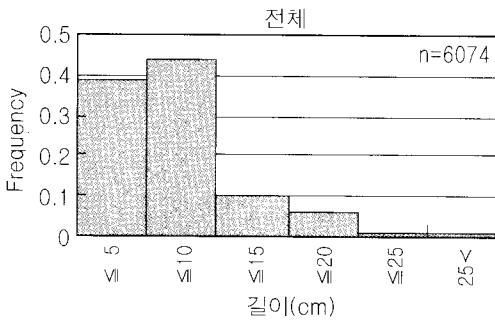
〈그림 2〉 조사위치 · 수역구분

### 3.1 어항에 출현하는 어류크기의 특징

어항에 출현하는 어류크기의 특징으로서 <그림 3>에는 종류에 관계없이 전체총계한 그림만 표시하였다.

모두 길이 10cm이하의 사이즈가 많이 출현되었으며, 그림에는 없지만 출현된 어류중에서 주요한 수산유용종류로서 19종류를 추출하였는데, 그 중 12종류에서 10cm이하의 사이즈가 많이 출현되었다.

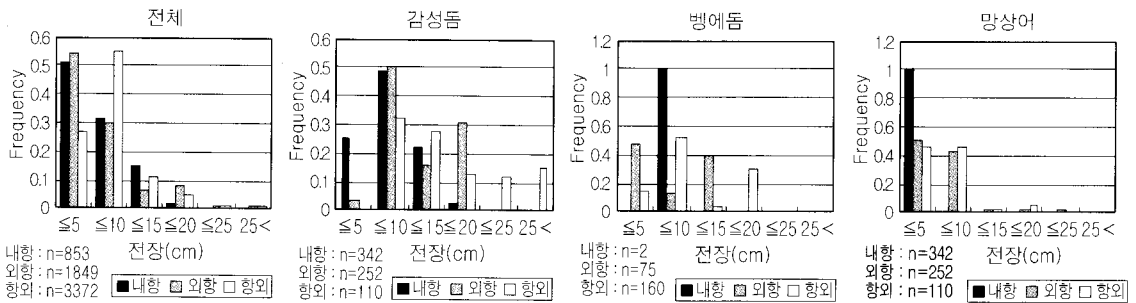
이와같이 어항은 길이 10cm이하의 사이즈를 주체로 한 어류에 의해 이용되는 것이 시사되었다.



<그림 3> 어항에 출현한 어류의 길이 비교

### 3.2 어항박지내와 항외에서의 출현사이즈 비교

다음으로 어항박지와 항외측 출현사이즈의 다른점에 대해서 파악한 결과를 <그림 4>에 표시한다. 그림에는 각 조사지점에서의 결과를 <그림 2>에 표시한 수역



<그림 4> 수역구분별(내항·외항·항외)로 본 어류의 길이 비교

구분에 따라서 총계하여 종류에 관계없이 전체 총계한 그림과 특징적인 경향이 있는 수산유용어류 3종류를 표시하고 있다.

조사위치의 배치에 관한 과제는 남지만, 전체 총계한 그림에 보면 내항과 외항에서는 항외에서 보여지는 대형사이즈의 출현이 적은 경향임을 알 수 있다. 또한 감성돔, 병에돔, 망상어에서도 전체 총계한 것과 같은 경향이 보여졌다.

이에의해 박지내외에는 사이즈의 구분이 있음이 시사되었다. 이러한 구분이 생기는 요인으로는 방파제 등의 구조물에 의한 단계적인 폐쇄성수역이 형성되어 있는 것과 같은 평면적 특징이나 항안쪽으로 갈수록 수심이 알아지는 지형적 특징 등이 영향을 주고 있는 것으로 보여진다.

이상, 어항 박지내는 길이 10cm이하 사이즈의 어류에 의해 주체적으로 이용되는 것에서 어항박지내 감성돔의 종묘방류에 대한 대형어의 식해(食害)의 영향은 적은 것으로 보여졌다.

### 4. 종묘방류와 조방적 중간육성효과

이시가와현에서는 1개소당 감성돔의 종묘방류수가 만단위로 진행되고 있다. 만일 그만큼의 종묘가 어항박지내에 방류되었을 경우, 그것을 조달할 만큼의 먹이공

## ⑥ 어항박지를 활용한 종묘방류와 조방적 중간육성에 의한 효과

급은 어렵고, 빠른 시기에 항외로 유실되는 것으로 상정되었다.

이 때문에 감성돔의 종묘방류후 박지내로의 잔류축진과 대형화를 목적으로 박지내를 반폐쇄적인 가두리로 보고 방류후의 종묘에 대한 급이를 병용하는 조방적 중간육성에 대하여 검토했다.

그 효과검증을 위해 실시한 조사 중 아래에 표시하는 5항목에 대한 조사결과에 대해 보고한다.

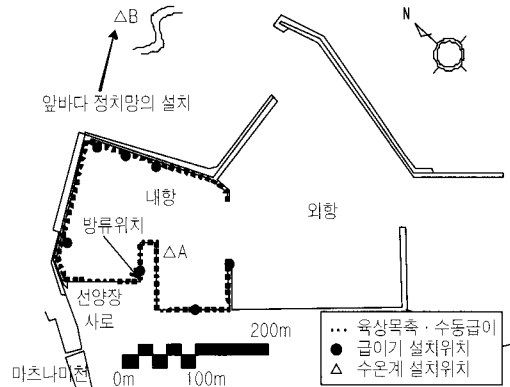
- (1) 조방적인 중간육성에 의한 효과
- (2) 박지내로의 잔류기간
- (3) 박지내에 잔류하는 종묘의 잔류수의 추정
- (4) 조방적 중간육성의 경제성
- (5) 어획물로서의 자원가입상황

### 4.1 조방적 중간육성에 의한 효과

조방적 중간육성에 의한 효과로서 ①무급이 환경하의 종묘와 비교결과, ②해상가두리에서 2주정도의 중간육성 후 방류한 경우(이하, 종래방법)와의 비교결과에 관하여 이하에 설명한다.

#### 4.1.1 무급이 환경하에서의 종묘와 비교

조방적 중간육성종묘와 무급이 환경하에서 종묘의 박지내의 잔류상황과 성장의 차이점에 대해 파악했다. 무급이 환경하에서의 조사를 약 한달간 실시한 후, 조방적 중간육성에 의한 조사를 진행했다. 종묘의 방류위치를 <그림 5>에 표시한다. 종묘방류 후의 잔류상황과 성장에 관한 조사방법은 <그림 5>에 표시한 내항을 대상으로 설치한 구조물에서 육상목측 및 내항에 설치한 바구니나 투망 등에 의한 다시 잡아 파악했다. 방류개요를 <표 1>에 급이개요를 <표 2>에 표시한다. 육상목측에 관해서는 조사대상인 내항의 구조물주위의 수심이 비교적 얇고 투망도가 높은 것, 감성돔은 어초성을 갖고, 구조물주위에 위집하는 등의 관점으로부터 개체



<그림 5> 조사위치 등(2005년도)

<표 1> 종묘방류의 개요(2005년도)

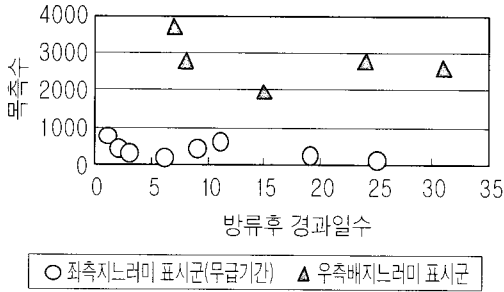
	무급이 환경하에서의 종묘방류	급이 환경하에서의 종묘방류
방류일	2005년 8월 9일	2005년 9월 5일
방류수	16,000	16,769
표식	좌측지느러미 표시법	우측지느러미 표시법
평균길이	47±6.9mm	66.2±12mm

<표 2> 급이개요(2005년도)

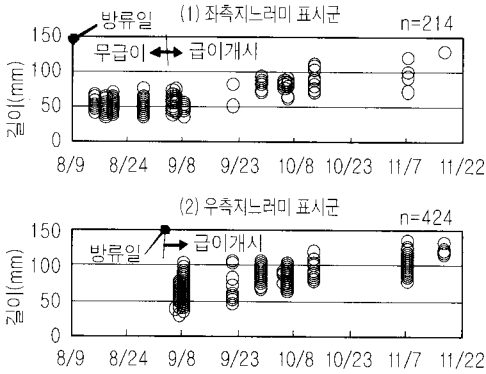
이	료
급이방법	침동용 쿠람부루 배합 사료
급이방법	태엽식 자동급이기 7대, 수동급이
급이량	4~6kg/일
급이시간	태엽식 자동급이기: 일중 12시간살포기×4대 24시간살포기×3대
	수동급이: 6시, 16시 2회
급이기간	종묘방류후~11월 17일(원칙, 매일)
급이위치	태엽식 자동급이기: 6대 고정, 1대 적정 이동
	수동급이: 내항의 구조물 재연

수의 경시변화 상대적추이에 대한 파악이 가능하다고 보고 채용했다.

그 결과로서 <그림 6>에는 급이환경과 무급이환경에서의 종묘방류후 목측수의 추이를 표시한다.



〈그림 6〉 각 군의 목측수 추이

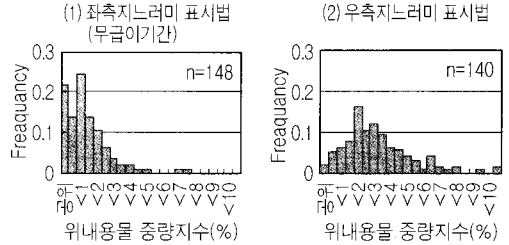


〈그림 7〉 각 군의 길이 추이

우측지느러미 표시군(급이환경하의 종묘군)에 비해, 좌측지느러미 표시군(무급이 환경하에서의 종묘군)에서 빠르게 1,000마리 이하로 되었다.

〈그림 7〉에는 각 종묘군의 길이 추이를 표시한다. 우측지느러미 표시군에서는 무급이 기간중의 성장은 보이지 않으나, 급이기간에 들어서면 성장하는 모양이 보여졌다. 한편, 좌측지느러미 표시군에서는 방류후부터 빨리 성장해가는 것을 알 수 있다.

〈그림 8〉에는 각 종묘군의 위 내용물 중량지수(= 위중량/체중×100)의 도수분포를 표시한다. 좌측지느러미 표시군에 비해 우측지느러미 표시군의 지수가 상대적으로 높은 수치를 표시했다. 그리고, 빈 위 개체율(空胃個體率)은 좌측지느러미 표시군(무급이 기간)의 약 21%에 대해, 우측지느러미 표시군에서는



〈그림 8〉 각 군의 위 내용물 중량지수(%)

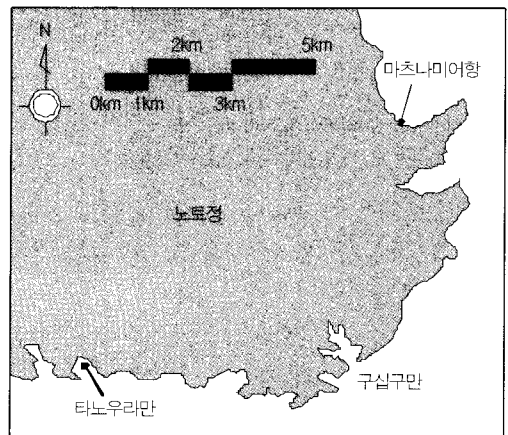
약 2%이며, 효율적으로 먹이를 포식하고 있는 것을 알 수 있다.

이예의해 무급이환경하에서는 종묘를 박지에 잔류시켜 성장시키는 것은 어려운 것으로 시사되었다. 한편, 박지내로의 종묘방류와 함께 급이를 함으로서, 손해가 적은 박지내에서의 잔류를 높여 대형화시킬 수 있다는 것이 시사되었다.

#### 4.1.2 종래의 방법과의 비교

마츠나미어항에서 조방적 중간육성된 종묘군과 종래방법에 의한 가두리에서 중간육성을 통해 항내에 방류된 타노우라만 〈그림 9〉에서의 종묘군을 대상으로 일정한 기간 경과후의 성육상황을 비교했다.

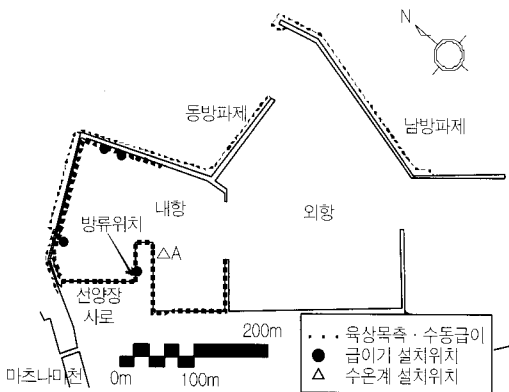
전자의 마츠나미어항의 조방적 중간육성에서의 방



〈그림 9〉 타노우라만의 위치

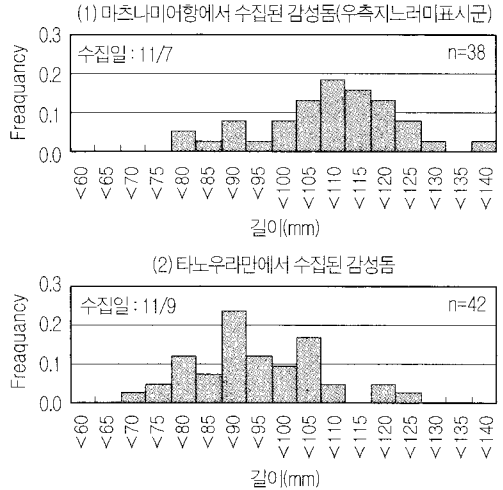
〈표 3〉 마츠나미어항의 방류·급이개요(2004년도)

방류 개요	방류 일	2004년 8월 16일
	방류 수	20,000
	표 식	우측지느러미 표시법
	평균길이	57.1±7.3mm
급이 개요	사 료	참돔용 쿠람부루 배합 사료
	급이방법	태엽식자동급이기 4대, 수동급이
	급 이 량	3~7kg/일
	급이시간	태엽식자동급이기: 일중 12시간살포 수동급이: 6시, 11시, 16시의 3회
	급이기간	중요방류후~11월 22일(원칙, 매일)
급이위치	태엽식 자동급이기: 3대 고정, 1대 적의 이동 수동급이: 내항의 구조물 제연	



〈그림 10〉 마츠나미어항의 조사위치(2004년도)

류개요 및 급이개요 〈표 3〉에 조사위치 등을 〈그림 10〉에 표시한다. 후자는 항내에 설치된 가두리에서 2주 정도의 중간육성을 거친 후, 2004년 9월 15일에 방류되었다(평균길이는 78mm). 그리고 거의 같은날(마츠나미어항: 2004년 11월 7일, 타노우라만: 11월 9일)에 투망에 의해 수집하여 그 길이를 기록해 양자 비교했다. 한편 타노우라만에서의 종묘는 무표식이지만, 포획된 감성돔이 균형(均形)하고 있는 것, 그 길이가 비교적 균일하다는 것(마츠나미어항에서 수집된 종묘의 평균 길이의 표준편차와 같은 정도)으로 부터 방류종묘라고 판단했다.



〈그림 11〉 길이 비교

그 비교결과로서 각 중요군의 길이를 〈그림 11〉에 표시했다.

타노우라만에서의 중요군(평균길이 92±12.2mm)에 비해, 마츠나미어항에서의 중요군(평균길이 107±13.7mm)은 대형인 것으로 보여졌다. 이에의해 종래적 방법에 비해 조방적 중간육성에 의한 종묘의 성육상황이 좋다는 것이 시사되었다.

종래의 방법에서 종묘는 가두리내에서 완전급이에 의존한 상태에서 성육되었다. 때문에 육성종료후의 종묘는 천연먹이로의 강제적인 전환이 요구된다. 한편, 조방적 중간육성에서는 천연먹이에 대한 접촉기회가 있기 때문에 먹이를 포식하면서 천연먹이에 대한 포식 능력을 키우는 기회를 가진다고 볼 수 있다.

#### 4.2 박지내로의 잔류기간

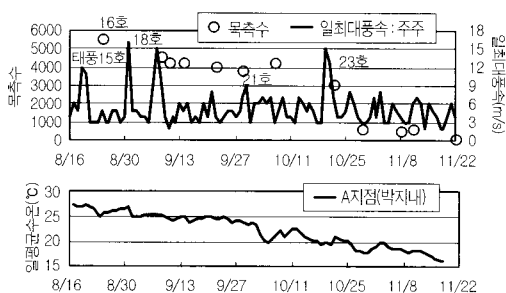
2004년도 및 2005년도에 실시한 급이환경하에서 목측수의 추이와 그 기간중의 태풍 및 수온과의 관계성을 분석하고 그것을 기초로 급이기간의 기준을 검토했다. 태풍의 영향은 조사기간중의 내습이 많은 2004년도의 것으로 마츠나미어항 근교의 기상데이터를 사용했다.

수온의 영향은 2년간 설치된 수온계(표층에 설치)의 데이터(1시간간격)를 사용했다(그림 5, 그림 10).

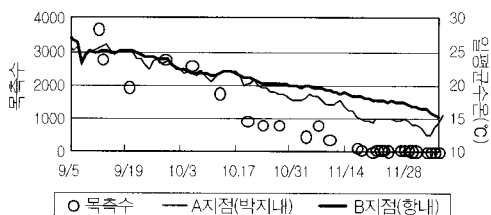
2004년도 및 2005년도에 실시한 급이환경하의 박지내에서의 목측수의 추이 등을 <그림 12> 및 <그림 13>에 표시했다.

2004년도의 결과<그림 12>에 의하면 조사기간 중, 5번의 태풍내습이 있었지만 목측수에 현저한 저하는 보이지 않았다. 이에 의해 태풍 등의 거친 날씨에도 종묘의 유실에는 영향이 없는 것으로 보여졌다. 한편, 10월 중순부터 하순까지 목측수는 3,000마리에서 1,000마리 미만으로 현저하게 떨어졌다. 박지내에 설치한 수온계(그림 10)에 의해 일평균수온의 추이를 표시하고 있으며, 일평균수온에서 약 20℃를 밀도는 시기였다. 따라서 항외부의 유실요인은 박지내 수온저하의 영향이 크다고 볼 수 있다.

2005년에는 항외에도 수온계를 설치(그림 5)하여 그 추이를 기록했다. 그 결과<그림 13> 수온이 약 20℃를 밀도는 시기인 10월 중순이 되면, 2004년도의 조사



(그림 12) 목측수 등의 추이(2004년)



(그림 13) 목측수 등의 추이(2005년)

결과와 같이 목측수가 떨어졌다. 또한, 이때의 박지내와 항외의 수온을 보면 B지점(항외)의 일평균수온을 A지점(박지내)이 항상 밀돌기 시작하는 시기라는 것이 파악되었다.

이에 의해 항외부로의 종묘 유실은 항외에 대한 박지내의 수온저하를 계기로 촉진되어 그 수온은 약 20℃인 것으로 시사되었다. 그리고 이 시기까지가 급이기간의 기준이 된다고 판단되었다.

#### 4.3 박지내에 잔류하는 종묘 잔류수의 추정

위에서 말한 목측수는 육상목측으로 실제로 박지내에 잔류하고 있는 수보다 과소평가되고 있는 것으로 상정되었다. 그래서 목측수로부터 실제의 잔류수를 추정하기 위한 실험을 시도했다.

실험은 어항 안쪽에 위치하는 선양장의 경사로 <그림 10>에 리본태그를 장착시킨 종묘 1,274마리(평균길이 69.1mm)를 방류하여 그 직후에 육상으로부터 목측으로 계산한 것이다(2004년 9월 8일). 그리고 그 마리수와 방류수와의 비로 잔류수를 추정하였다.

그 결과 378마리로 나타나고, 목측수는 실제수의 약 30%로 추정되었다. 리본태그가 장착되지 않은 감성돔에서는 장착한 종묘보다도 육상에서의 발견율이 떨어지는 점을 감안하면 그 환산율은 잔류수를 추정하기 위한 대체적인 지표로 될 수 있다고 판단되었다. 이 환산율로 시산한 2004년도 및 2005년도(급이기간)의 추정잔류율(= 목측수/0.3/방류수)의 추이를 <그림 14>에 표시한다.

이에 의해 10월 중순부터 하순의 박지내 수온저하에 따른 항외로의 유실시기까지 방류종묘의 5할 전후를 박지내에 잔류시킬 수 있다고 추정되었다.

#### 4.4 어항박지에서의 조방적 중간육성의 경제성

어항박지를 활용한 조방적 중간육성의 경제성에 관

하여, 종래의 가두리를 이용한 중간육성의 비용과 비교했다. 양자 모두 ①육성수를 15,000마리, ②급이기간을 30일간, ③급이량을 동일량으로 가정하여 계산했다. 그리고 종래의 가두리를 이용한 중간육성에서 가두리의 수량은 4m사각의 가두리로 하고, 종묘생산시의 수용가능수(7,500마리/개소)를 참고로, 2개소로 해서 계산하고 있다.

이에 의해 조방적중간육성에 드는 비용은 가두리에 의한 중간육성의 3%로 개선되었다.

이에 의해 어항박지를 활용한 급이형방류는 자가오염을 초래하지 않도록 유의하면 경비, 노력을 대폭 절감할 수 있는 것으로 볼 수 있다.

별도로 이런 자가오염을 초래하지 않기 위한 급이량의 기준을 판단하기 위해 수조실험을 진행한 결과, 일간급이율(박지내에 잔류하는 종묘의 총 중량에 대한 배합급이의 비율)은 5%/일로 시산되어, 배합급이를 진행할때의 기준이 얻어졌다.

#### 4.5 어획물로서의 자원가입상황

마츠나미어항 주변에서의 시장조사(조사기간: 5월경)와 어업자·낚시객의 어획보고에 의해, 방류종묘의 자원가입상황을 파악했다.

2006년에 2마리, 2007년에 38마리, 2008년에 54마리의 자원가입이 확인되었다. 그리고 같은 시기(5월경)에 시장에 양육된 방류종묘의 크기와 천연감성돔의 크기를 비교하였을 때, 2008년 단계에서 드디어 시장에 양육된 천연감성돔의 사이즈로 되었으며, 금후의 자원가입이 기대된다.

한편, 방류종묘가 이미 자원가입으로 나타나는 것은 천연감성돔에 비해 이른 연령에서 자원가입 된다고도 볼 수 있다. 생존율은 연령과 함께 저하되므로 이러한 경향은 자원가입의 향상에 바람직하다고 볼 수 있다.

#### 5. 결론정리

이상의 지견을 정리하면 이하와 같다.

- 대형어가 적은 정온한 수면이 형성된 어항박지에서의 종묘방류와 조방적 중간육성에 의해 박지내의 수온이 항외의 수온을 밀도는 시기까지를 기준으로 박지내의 잔류축진(5할 전후)과 종묘의 대형화가 가능했다.
- 조방적 중간육성에 의한 종묘는 종래의 가두리에 의한 중간육성을 통해 방류된 종묘보다 빠른성장과 천연먹이에 대한 빠른 적응을 기대할 수 있다.
- 종래의 가두리에 의한 중간육성에 비해 경비 및 노력이 큰 폭으로 개선되었다.
- 시장조사 등에 의해 방류종묘가 어획물로서 자원가입이 인정되었고 금후의 동향이 기대된다.

#### 6. 꼬리말

수산유용종을 포함한 많은 어패류는 성육단계에 따라 서식장소를 변화한다. 그 초기단계 서식장의 하나로써 어항이 중요한 역할을 하고 있는 것이 밝혀지고 있다. 종래 어업활동의 근거지로서 정비된 어항을 이러한 서식장으로 부각되면서 어항은 인간뿐만 아니라 생물에 있어서도 중요한 거점이라는 지평이 열려진다.

생태적 측면에 입각하여 어항이 어장형성의 일부분을 담당함으로써 대상종에 대응한 광역적인 생태계 네트워크의 구축을 위한 기술개발(어항과 어장간의 시설배치 등)을 추진해 감으로서, 「어항과 어장의 발전을 위한 효율적인 연계방법」의 하나의 본연적 자제로 된다고 볼 수 있다. 또한 이런 어항과 어장의 하드적인 연계속에서 이번에 시도한 어항박지에서의 종묘방류와 조방적 중간육성과 같은 소프트웨어적인 면에서의 연계를 도모함으로써 더 한층 수산자원의 회복에도 기여된다고 보여진다. 