

최종보고서

붕장어 인공미끼의 개발
Artificial Fishing-baits for Conger eel

연구기관

경 상 대 학 교

농 립 부

639.2
L293V

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “붕장어 인공미끼의 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.



1997. 12. 9.

주관연구기관명 : 경상대학교
총괄연구책임자 : 염 말 구
연 구 원 : 정 보 영
연 구 원 : 최 병 대
연 구 원 : 강 석 중
연 구 원 : 정 우 건
연 구 원 : 박 영 길

요 약 문

I. 제목

붕장어 인공미끼의 개발
(Artificial Fishing-baits for Conger eel)

II. 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구의 목적은 현재 붕장어(*Conger myriaster*) 통발 어업에서 사용하고 있는 천연미끼(멸치 혹은 정어리)를 대체할 수 있는 인공미끼를 개발하는 데 있다.

통발어업에서 미끼대는 총 출어경비의 35%를 차지하고 있으나 미끼자원 생산의 불황으로 미끼의 공급과 가격이 불안정하여 어업경영에 큰 어려움을 겪고 있다. 그러므로 인공미끼의 개발은 통발 어업의 안정과 생산성 향상을 위하여 반드시 해결되어야 할 과제의 하나이다.

개발된 인공미끼가 어업현장에서 활용될 수 있도록 하기위해 다음과 같은 '인공미끼 개발의 지표'를 설정하였다.

- 인공미끼 개발의 지표 -

- ① 어획성능 : 천연미끼(멸치)와 유사한 수준일 것.
- ② 미끼가격 : 천연미끼와 유사한 수준일 것.
- ③ 취급·보관 : 가능한 상온에서 취급 및 보관이 가능할 것.
- ④ 재료·제조방법 : 구입 및 제조가 용이할 것.
- ⑤ 위생성 : 위생적이고, 식품안전성(방부제 등 사용금지) 유지.
- ⑥ 비오염성 : 제조 및 사용시에 오염을 최소화 할 것.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 봉장어의 순치·사육

봉장어의 유인물질의 검색이나 인공미끼 개발에 필요한 수조실험을 위해 봉장어의 장기 관리 사육 방안을 모색하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- ① 봉장어의 순치는 어선에서 포획 즉시 수조로 옮긴 것이 가장 좋았다.
- ② 최적사육장치는 유수식 FRP 수조가 적합하였다.
- ③ 생사료의 사육이 가장 빠른 성장을 나타내었다.
- ④ 뱀장어용 사료에 의한 사육은 성장이 생사료보다 저조하였다.
- ⑤ 절식 시에는 공식현상을 나타내었다.
- ⑥ 순치된 봉장어는 수조에서 안정된 반응을 나타내었다.
- ⑦ 순치된 봉장어는 0.1g의 멸치 추출액에도 강한 반응을 나타내었다.

2. 유인물질의 특성

인공미끼 개발과 유인물질의 검색을 위하여 천연미끼에 함유되어 있는 유인물질의 특성을 조사하였고 그 결과는 아래와 같다.

- ① 현장의 통발실험에서 적정한 천연미끼의 중량은 50g으로 나타났다.
- ② 20여종의 천연미끼 중에서 멸치, 정어리 및 갯지렁이의 유인이 강했다.
- ③ 천연미끼의 자숙액은 유인성이 강하고 변폐시킨 것은 약했다.
- ④ 살아있는 민물메기, 송어, 게, 지렁이류 등의 유인성은 아주 약했다.
- ⑤ 천연미끼의 휘발성 혹은 냄새성분은 유인성을 나타내지 않았다.
- ⑥ 천연미끼의 메탄을 추출액은 강한 유인성을 유지하였다.
- ⑦ 증류수 혹은 메탄을 추출액의 상등액은 침전액보다 유인성이 강했다.
- ⑧ 양이온 교환수지의 흡착성분은 유인성이 강했으나 증류수보다 약했다.
- ⑨ 추출액을 분자량으로 분리하면 유인성이 현저히 약화되었다.
- ⑩ 추출액을 냉동하거나 진공동결건조한 것은 유인성이 유지되었다.
- ⑪ 아미노산과 유기산 및 핵산관련물질의 표품에 의한 유인성은 약했다.

3. 인공미끼의 개발

① 천연미끼에 포함되어 있는 유인물질의 특성을 활용하여 냉동멸치나 정어리등의 천연미끼를 대체할 수 있는 인공미끼를 개발하였다. 즉 마쇄한 멸치나 정어리 혹은 고등어와 밀가루를 혼합하여 펠릿으로 만들고 천일건조 혹은 음건시킨 인공미끼가 붕장어의 어획효율이 가장 우수하였다(표 1). 이들 인공미끼의 특성을 천연미끼인 멸치와 비교하면 아래의 표와 같다(표 2).

<표 1> 인공미끼 제조의 구성요소

구분	종 류
① 유인 원인물질 군	. 멸치/고등어/정어리 기타 어패류 . 어패류 가공처리 부산물(추출액/창자 등) . 기타 유인물질(일부 아미노산 등)
② 미끼 지지체 군	. 밀가루, 황토분, 젤라틴, 곤약, 전분 등
③ 제조방법	. 形態 : 직경 4mm이하의 건조/습윤 펠릿 . 乾燥 : 陰乾, 天日乾燥, 熱風乾燥
④ 포장·보관	. 미끼통, 종이팩, 그물봉지 등 . 산화방지 대책

② 통발미끼의 공급과 가격에 안정을 도모하기 위해서는 냉동멸치 혹은 정어리로 한정되어 있는 천연미끼에 대체될 수 있는 다양한 미끼 자원을 개발할 필요가 있다. 어패류 가공 부산물의 활용 방안의 한가지로 멸치와 참치 자숙액을 농축과 취급 및 장기보관 등을 고려하여 진공 동결건조시킨 것으로 인공미끼를 제조하고 어획실험을 한 결과, 붕장어의 어획효율은 낮았으나 계등의 어획효율은 천연미끼와 유사한 수준이었다.

③ 건조 펠릿 미끼의 포장으로 그물이나 종이 포장의 효과를 생멸치와 비교하여 어획실험을 실시한 결과, 포장된 인공미끼의 어획효율이 낮게 나타났다. 포장에 대해서는 더 깊은 연구가 있어야 될 것으로 생각된다.

④ 비디오 혹은 적외선 CCD 카메라로 통발속에 있는 미끼의 확산과 미끼에 대한 어류의 반응을 수중에서 관찰하였다.

<표 2> 천연미끼(멸치)와 인공미끼(sea-bait)의 특성비교

요건	냉동멸치	인공미끼
① 어획성능(%)	100	100~130
② 미끼가격(%)	100	90~100
③ 보관	저온 냉동	건조미끼로 상온 보관
④ 제조방법	그대로 사용	용이함
⑤ 오염	적음	적음
단가계산(예)	1) 미끼가격 - 15,000원/12Kg상자 2) 사용통발수 - 250개/상자 - 48g/통발 3) 통발당 미끼 가격 - 15,000원/250개 =60원/개 * 냉동보관료는 미계상	1) 재료비 - 멸치 15,000원/12Kg상자 - 밀가루 5,000원/15Kg 2) 400개의 통발용 미끼 제조 (멸치 12Kg, 밀가루 15Kg) 3) 통발당 재료비 20,000원/400개 = 50원 * 제조비(전기료, 기기비, 포장비, 인건비 등)은 미계상

IV. 연구개발 결과의 활용 방안

① 여기에서 제시된 인공미끼는 붕장어 뿐만아니라 계, 새우 등 다양한 어종의 미끼로 이용될 수 있을 것이다.

② 총괄적인 인공미끼의 제조방법은 명확하게 제시되었지만 실제 사용할 때에는 여러 가지 문제점이 있을 것으로 예상된다. 일차적으로 어업인들에게 홍보하여 어촌계 혹은 조합단위로 소규모의 인공미끼 제조 공장을 운영하며 부수적인 문제점을 해결해 갈 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

③ 멸치, 정어리, 고등어 등의 풍어시에 다량의 인공미끼를 제조해 두고 사용하면 생산단가를 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

④ 대량 건조방법 및 인공미끼의 포장에 대해서는 더 검토되어야 할 것이다

⑤ 인공미끼를 장기간 보관할 경우에는 유인물질의 변질을 막기 위해 진공포장이나 특수 가스의 사용 등에 관한 보충 연구가 있어야 한다.

⑥ 어패류 가공 공장에서 가공부산물이 부패하기 전에 인공미끼로 이용될 수 있는 방안을 모색하면 수질 및 대기 오염방지와 인공미끼의 생산에 획기적인 기여를 할 수 있을 것이다.

⑦ 연구결과를 정리하여 학술지에 보고할 예정이며, 미끼의 제조방법은 특허청구 중이다.

SUMMARY

Much of the coner eel, *Conger myriaster*, are harvested commercially with traps baited using natural anchovy or sardine in Korea. In the trap fishery the bait chages have took more than 35% part of total fishery charges; the value and supply of natural baits have been very unstable to cause occurring the big problems in the fishery management.

The aim of this study was to develop the artificial baits being able to replace the natural frozen anchovy or sardine bait for catching conger eel with traps.

Several artificial baits were made and compared fishing efficiency, cost stocking, usage and pollution to that of natural anchovy bait. The preferable artificial bait which was made of minced anchovy, sardine or mackerel mixed with wheat flour into dry pelleted or crumbled bait, was showed higher or similar catching efficiency and having some merits(Table 1).

Table 1 Specifications of natural bait, anchovy, and artificial bait

Item	Anchovy	Artificial bait
① Efficiency(%)	100	100~130
② Cost(%)	100	90~100
③ Stocking	frozen(-30℃)	dry(room temp./refrigerator)
④ Method	none	easy
⑤ Pollution	very low	very low

The releasing rate of attractants in the artificial bait showed slower in the first 1 hour but faster or similar patterns than that of natural anchovy in the later soaking periods.

The artificial baits using the fish surplus products, which were vacuum freeze-drying extracts of boiled extract of anchovy or tunas, showed lower fishing rate in the fishing conger eel but higher or similar in the catching crabs or other catches than natural anchovy bait in the trap fishing trials.

And there should be more precise study about packing of the artificial baits, because the artificial baits packed with fine meshed netting or porous paper showed lower fishing rate than naked anchovy bait.

CONTENTS

CHAPTER 1 INTRODUCTION, 16

Clause 1 The aim and range of the study, 16

1. The aim of the study, 16
2. The range of the study, 17

Clause 2 Background of the study, 18

CHAPTER 2 METHOD, RESULTS AND DISCUSSIONS, 20

Clause 1 The assimilation and rearing of the conger eel, 20

1. Introduction, 20
2. The assimilation and rearing of the conger eel, 20
3. Conclusion, 28

Clause 2 The nature of the conge eel attractants, 29

1. Introduction, 29
2. Various natures of the attractants, 30
3. Conclusion, 49

Clause 3 The development of the artificial baits, 50

1. Introduction, 50
2. Method, release rate, fishing trial, and underwater observation, 51
3. Conclusion and discussion, 76

CHAPTER 3 CONCLUSION, 81

REFERENCES, 88

LIST of Table, Figure, and Photo.

- Table 2.1-1. Results of the rearing experiment in conger eel(*Conger myriaster*) for 8 weeks, 26
- Table 2.2-2. Optimum weight of natural bait, sardine, for trap fishing
- Table 2.2-3. Catches in the trap with various natural baits in the field
- Table 2.2-4. Catches in the trap with muscle, head, or viscera of sardine
- Table 2.2-5. Fishing trial for comparing anchovy and sardine as the trap bait
- Table 2.2-6. Fishing trial for various conditions of the trap bait
- Table 2.3-7. Kinds of alive thing as a bait to conger eel
- Table 2.2-8. Free amino acids content of samples obtained from ultrafiltration*
- Table 2.2-9. The stimulatory effectiveness of amino acids
- Table 2.2-10. The stimulatory effectiveness of organic acids
- Table 2.3-1. Preparation of tablet type artificial baits
- Table 2.3-2. Formulation of artificial bait binders
- Table 2.3-3. Formulation of artificial bait in pellet type
- Table 2.3-4. Releasing rate of dye(560nm) mixed with sphere type, large than 20mm, artificial bait
- Table 2.3-5. Releasing rate of various type made of wheat flour and dye(Rhodamine-B, 560nm)
- Table 2.3-6. Releasing rate of attractants of artificial bait(dry pellet type) and natural bait(anchovy) with absorbance in the 250 nm
- Table 2.3-7. Fishing trials of the sphere type artificial baits
- Table 2.3-8. Fishing trial of pelleted artificial baits
- Table 2.3-9. Fishing trial of dry pelleted artificial baits

Table 2.3-10. Fishing trial of most favorable artificial bait

Table 2.3-11. Fishing trial for comparing effect of artificial bait packing

Table 2.3-12. Specifications of natural bait(anchovy) and artificial
bait(sea-bait)

Fig. 2.1-1. Comparing of rearing conger eel with three kinds of baits.

Fig. 2.3-1. Releasing rate of dye(560nm) mixed with sphere type artificial
baits.

Fig. 2.3-2. Releasing rate of various type, sphere, plate, pellet(4mm), and
pellet(2mm) with red dye absorbance.

Fig. 2.3-3. Spetrum of anchovy extract from 200 to 350nm.

Fig. 2.3-4. Releasing rate of artificial bait(dry pellet) and anchovy.

Fig. 2.3-5. Site of fishing trial for pelleted artificial baits.

Fig. 2.3-6. Site of fishing trial for dry pelleted artificial baits.

Fig. 2.3-7. Site of fishing trial for most favorable artificial bait.

Photo. 2.1-1. FRP water tank for rearing conger eel and experiment.

Photo. 2.3-1. An example of tableted artificial baits for experiment.

Photo. 2.3-2. An example of artificial baits in the shpere type.

Photo. 2.3-3. An example of dry crumb or pelleted artificial baits.

Photo. 2.3-4. Moist pelleted artificial baits.

Photo. 2.3-5. Dry pelleted artificial baits and two kinds of bait-boxes,
paper, or fine netting packing.

Photo. 2.3-6. Three kinds of traps used in the experiment.

Photo. 2.3-7. Underwater observation equipment using video or special
CCD camera for trap fishing mechanism.

목 차

제 1 장 서론, 16

제1절 연구개발의 목적과 범위, 16

1. 연구개발의 목적, 16
2. 연구개발의 범위, 17

제2절 연구배경, 18

제 2 장 연구내용, 20

제1절 실험어의 순치·사육, 20

1. 서언, 20
2. 붕장어의 순치·사육, 20
 - 가. 붕장어의 구입, 20
 - 나. 수조의 선정, 21
 - 다. 수조내 행동, 23
 - 라. 사육 및 성장, 24
3. 결론, 28

제2절 유인물질의 특성, 29

1. 서언, 29
2. 유인물질의 특성, 30
 - 가. 천연미끼에 대한 반응, 30
 - 나. 자숙 혹은 변폐시킨 천연미끼에 대한 반응, 35
 - 다. 살아있는 미끼에 대한 반응, 36
 - 라. 휘발성분에 대한 반응, 38
 - 마. 메탄올 추출액에 대한 반응, 39

- 바. 분자량 구분에 따른 반응, 40
- 사. 냉동 혹은 동결건조에 따른 반응, 44
- 아. 표준물질에 대한 반응, 44

3. 결론, 49

제3절 인공미끼의 개발, 50

- 1. 서언, 50
- 2. 인공미끼의 개발, 51
 - 가. 인공미끼의 제조, 51
 - 나. 미끼의 용출속도, 59
 - 다. 어획실험, 65
 - 라. 수중관찰, 74
- 3. 결론 및 고찰, 76

제 3 장 결론, 81

- 1. 연구의 목적 및 개발지표, 81
- 2. 연구내용, 82
- 3. 인공미끼의 개발에 대한 종합고찰, 85
- 4. 연구개발 결과의 활용방안, 87

참고문헌, 88

표 · 그림 · 사진 목차

- Table 2.1-1. 붕장어(*Conger myriaster*)의 8주간 사육 결과
- Table 2.2-2. 현장실험을 위한 정어리의 적정 중량 어획비교실험
- Table 2.2-3. 다양한 천연미끼의 어획비교실험
- Table 2.2-4. 정어리의 육, 내장, 두부의 어획비교실험
- Table 2.2-5. 멸치와 정어리의 어획비교실험
- Table 2.2-6. 미끼의 상태 변화에 따른 어획비교실험
- Table 2.3-7. 붕장어의 반응실험을 위한 살아있는 미끼의 종류
- Table 2.2-8. 한의여과 획분의 유리아미노산 조성
- Table 2.2-9. 아미노산에 대한 붕장어의 반응
- Table 2.2-10. 유기산 및 핵산관련물질에 대한 붕장어의 반응
- Table 2.3-1. 정제형 인공미끼의 제조 사례
- Table 2.3-2. 구형 인공미끼의 제조사례
- Table 2.3-3. 펠렛형 인공미끼의 제조사례
- Table 2.3-4. 구형 인공미끼의 용출속도 측정실험
- Table 2.3-5. 형태별 용출속도 비교
- Table 2.3-6. 건조펠렛미끼와 멸치의 용출속도 비교실험
- Table 2.3-7. 구형 인공미끼의 어획비교실험
- Table 2.3-8. 펠렛형 미끼의 어획비교실험
- Table 2.3-9. 건조 펠렛형 미끼의 어획비교실험
- Table 2.3-10. 효율이 가장 좋은 인공미끼의 어획비교실험
- Table 2.3-11. 인공미끼의 포장효과를 위한 어획실험
- Table 2.3-12. 천연미끼와 인공미끼의 특성비교

Fig. 2.1-1. 3종류의 사료에 의한 붕장어 사육 비교.
Fig. 2.3-1. 구형인공미끼의 용출속도.
Fig. 2.3-2. 여러 가지 형상에 따른 용출속도 비교.
Fig. 2.3-3. 멸치 추출액의 스펙트럼(200 to 350nm).
Fig. 2.3-4. 건조 펠렛미끼와 멸치의 용출속도.
Fig. 2.3-5. 펠렛형 미끼의 어획비교실험 어장 위치도.
Fig. 2.3-6. 건조 펠렛형 미끼의 어획비교실험 어장 위치도.
Fig. 2.3-7. 효율이 가장 좋은 인공미끼의 어획비교실험 어장 위치도.

Photo. 2.1-1. 붕장어 사육 및 실험용 FRP 수조.
Photo. 2.3-1. 정제형 인공미끼의 견본.
Photo. 2.3-2. 구형 인공미끼의 견본.
Photo. 2.3-3. 건조 펠렛형 인공미끼의 견본.
Photo. 2.3-4. 습윤 펠렛 미끼.
Photo. 2.3-5. 실험에 사용된 펠렛형 미끼와 미끼통, 그물 혹은 종이 봉지
Photo. 2.3-6. 실험에 사용된 3종류의 통발.
Photo. 2.3-7. 수중관찰 장치.

제 1 장 서론

제1절 연구개발의 목적과 범위

1. 연구개발의 목적

본 연구의 목적은 붕장어(*Conger myriaster*) 통발 어업에서 사용하고 있는 천연미끼(멸치 혹은 정어리)를 대체할 수 있는 인공미끼를 개발하는 데 있다.

붕장어 통발어업의 1회 조업시 부설 길이는 50km에 달하며, 통발의 간격은 약 10m로 척당 총 5,000 ~ 6,000개의 통발이 사용된다. 그리고 1항차에 평균 25일의 조업을 하며 총 500상자의 미끼가 소요된다. 통발어업에서 미끼대는 총 출어경비의 35%에 달하며 장어통발이외의 다른 통발어선의 경우도 이와 유사한 수준 일 것으로 추정된다. 최근의 천연미끼(냉동 멸치 혹은 정어리)는 통상 상자(12kg)당 15,000원 정도에 거래되고 있으나 미끼가격은 계절 및 경년간의 변동이 심하다.

연근해 통발조합의 자료에 의하면 부산 경남 근해통발어선은 430여척이며 이 중 장어통발선이 245척이고 기타 통발선이 180여척으로 추계되고 있으나, 다른 지역에도 상당수의 근해 통발어선이 있으며 전국에 산재하고 있는 소형의 연안통발어선도 상당수에 달한다. 그러므로 이들 통발 어선에 소요되는 미끼와 미끼 비용은 상당할 것으로 추정된다.

그러나 근래에는 연근해 어업자원이 점차 고갈되고, 또 멸치나 정어리 등의 어획량도 계절변동이 심하게 되어 미끼공급과 가격이 불안정하고 미끼가격이 앙등하는 사례가 많다. 그러므로 통발어업의 경영이 어려워 지고 있으며 이러한 문제는 장차 더 심각해질 것으로 예상된다. 또한 천연미끼는 저온에서 냉동보관되어야 하며 신선도가 떨어지면 어획성능도 급격히 낮아지는 문제점을 가지고 있다. 그러므로 인공미끼의 개발은 통발어업의 안정과 생산성 향상을 위하여 반드시 해결되어야 할 과제 중의 하나이다.

2. 연구개발의 범위

통발업계에서는 통발 어업의 안정과 생산성 향상을 위하여 천연미끼에 대체될 수 있는 인공미끼의 개발을 반드시 해결되어야 할 과제의 하나로 절실히 회망하여 왔다. 그러나 인공미끼에 관한 연구나 봉장어의 미끼에 대한 반응에 관해서는 (김·이, 1977; 고·김, 1984; 김, 1985; 고·권, 1987; 김·이, 1990; 염 등, 1990 a, b; 염, 1991)와 특허(등록번호 89-11538) 등이 있고, 또 일반 어류의 유인물질이나 인공미끼에 관한 연구도 비교적 많이 이루어 졌으나 일부 낚시용 인공미끼를 제외하고는 현장에 직접 응용할 수 있을 정도의 뚜렷한 성과는 거의 없는 것 같다. 이는 어종별 유인물질의 검색이 모래사장에서 사금을 찾아내는 일에 비유될 정도로 어려움이 많아 현재까지 현장에 적용될 정도의 검색된 어종별 유인원인물질이 적고, 또 인공미끼가 개발되어도 미끼의 어획효율이 천연미끼보다 너무 낮거나 혹은 미끼의 가격이 너무 높기 때문일 것으로 추측된다.

이러한 점을 고려하면 인공미끼 개발 연구의 목표는 간단명료하지만, 만족할 정도의 목표점에 도달하기는 결코 용이하지 않음을 알 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 개발의 범위를 봉장어 유인원인물질의 검색과 아울러 천연미끼의 문제점을 개선 혹은 보완할 수 있는 인공미끼를 개발하는 것으로 한정하였다.

본 연구에서는 최상의 인공미끼의 개발 지표목표를 다음과 같이 설정하고 이를 달성하도록 노력하였다.

- ① 어획성능 : 천연미끼(멸치)와 유사한 수준일 것.
- ② 미끼가격 : 천연미끼와 유사한 수준일 것.
- ③ 취급·보관 : 가능한 상온에서 취급 및 보관이 가능할 것.
- ④ 재료·제조방법 : 구입 및 제조가 용이할 것.
- ⑤ 위생성 : 위생적이고, 식품안전성(방부제 등 사용금지).
- ⑥ 비오염성 : 제조 및 사용시에 오염 최소화 방안 모색.

제2절 연구배경

어류의 화학물질에 대한 후각반응에 관한 연구는 1950년대에 세린이라는 L형의 아미노산이 연어의 공포물질이라는 사실이 발표되면서 활성화 되었다. 1960년대에는 아미노산이 중요한 후각자극물질일 뿐만 아니라 섭이유인물질이라는 사실이 밝혀졌고, 아미노산의 구조와 섭이반응과의 관계를 조사하는 연구가 잉어와 메기를 대상으로 하여 주로 전기생리화학적 방법으로 행하여 졌다. 그리고 뿌림용 미끼나 연승용 미끼 등 천연미끼의 개량에 관한 연구가 주로 일본에서 1960년대에 집중적으로 행하여 졌으나 그 성과는 뚜렷하지 않다 (梅津, 1966; Hara, 1982).

1970년대 이후에는 전기생리학적 방법과 행동학적 방법으로 많은 연구가 행하여졌으며 (Hara, 1973; Carr, 1976; Mackie and Adron, 1978; Hara, 1982; Harada, 1983; Mackie and Mitchell, 1983; Carr and Derby, 1986; Harada, 1986; Johnstone, 1990; Johnstone and Mackie, 1990; Takaoka et al., 1990; Lokkeborg, 1991; Lokkeborg and Johannessen, 1992), 특히 종래의 행동학적인 연구의 주류를 이룬 수조실험에서 진일보하여 수중촬영이나 통발어구 등으로 현장에서 직접 섭이유인물질을 탐색하는 연구(Sutterlin, 1975; Tilseth et al., 1978; Lokkeborg et al., 1989)도 많이 시도 되었다.

1950년대 이후 오늘날까지 유인물질과 관련된 연구의 대상이 된 주요 어종은 대구류, 가자미류, 뱀장어류, 도미류, 다랑어류, 복어류, 메기류, 잉어류, 송어류, 연어류 등(Hashimoto et al, 1968; Sutterlin and Sutterlin, 1970; Hara, 1973; Sutterlin, 1975; Carr, 1976; Atema, 1977; Adron and Mackie, 1978a,b; Mackie and Adron, 1978; Tilseth and Solemdal, 1978; Yoshii et al., 1979; Atema et al, 1980; Hara, 1982; Harada, 1982; Takeda et al., 1984; Johnstone, 1990)이며, 그외 게류와 새우류 등(Hara, 1982; Carr and Thompson, 1983; Carr and Derby, 1986, Zimmer-Faust, 1989)이다.

지금까지의 연구에 의하면, 어류나 수서동물의 유인물질은 수용성의 저분자 물질인 아미노산, 이노신, IMP(inosine monophosphate), ADP(adenosine diphosphate), DMPT(dimethyl- β -propiethetin) 혹은 글리신 베타인 등이인 경우가 많고, 이들 물질들의 복합효과가 중요한 역할을 한다는 견해가 대부분이다 (Hara, 1982; Takeda et al., 1984; Harada, 1986; Johnstone, 1990; Takaoka et al., 1990). 그러나 합성물질의 효과는 천연미끼의 효과에 비해 아주 낮다는 보고가 공통된 견해이고, 어종에 따라 차이가 많으며, 동일 어종에서도 연구자들의 견해가 일치하지 않는 경우가 많다. 뿐만 아니라 연구의 결과를 현장에 응용할 수 있을 정도의 성과도 거의 없다.

더구나 붕장어의 유인물질의 검색이나 인공미끼의 개발에 관한 외국에서의 연구는 거의 없다. 국내에서의 붕장어의 행동 혹은 붕장어 미끼와 관련된 연구로는 통발을 이용하여 멀치와 명태 폐기물을 미끼로 한 어획 실험(김·이, 1977), 통발어구의 개량과 관련하여 천연미끼에 대한 붕장어의 반응을 수조와 현장에서 관찰한 것(고·김, 1984; 김, 1985; 고·권, 1987), 천연미끼에 대한 수조실험(김·이, 1990), 그리고 통발에 어획되는 생물들의 유인물질을 검색하기 위한 현장실험(염 등, 1990a, b; 염, 1991) 등이 있으며, 또한 붕장어 인공미끼에 대한 특허(등록번호 89-11538)가 있다.

뿐만아니라 일반 어류에 대한 인공미끼에 관한 연구도 1960년대에 특히 일본을 중심으로 비교적 많이 이루어 졌으나 일부 낚시용 인공미끼를 제외하고는 현장에 직접 응용할 수 있을 정도의 뚜렷한 성과는 거의 없는 것 같다. 인공미끼의 개발이 적은 이유는 어종별 유인물질의 검색이 어렵고, 또 천연미끼와 유사한 어획성능을 발휘할 수 있는 미끼지지체의 소재 및 제조방법을 찾아내기 어려우며 더구나 미끼의 가격을 천연미끼와 유사한 수준으로 낮추는 것이 어렵기 때문일 것으로 생각된다.

제 2 장 연구내용

제1절 실험어의 순치·사육

1. 서언

인공미끼 연구의 특성상 붕장어의 유인물질을 검색하거나 인공미끼를 개발하기 위해서는 현장실험 이전에 일차적으로 원시료를 여러 단계로 분획하고 획분별로 유인활성을 확인하기 위한 수조실험을 수행하는 것이 효율적이다. 그러나, 장기간에 걸쳐 실험어를 관리 사육하는 것은 용이한 일이 아니며 그 사례도 거의 없다. 그러므로 여기에서는 붕장어를 수조에서 순치·사육하는 합리적인 방안을 모색하였다.

2. 붕장어의 순치·사육

가. 붕장어의 구입

① 어시장에서 구입

통영연안에서 통발에 어획된 붕장어(평균체중 34.5g)를 어시장에서 구입하여 수조에 수용하였다. 실험실에서 1개월 이상 축양하면서 탱크내 적응을 수차례 시도하였으나 대부분이 폐사하였다. 그리고 축양 중에 정어리를 먹이로 주었으나 전혀 먹지 않았으며, 테라마이신의 약욕을 수차례 하였으나 효과가 없었다. 그런데 어시장에서 구입한 붕장어는 대부분 피부에 상처가 있었다. 붕장어의 폐사는 통발에 포획된 후 판매될 때까지의 과정에서 생긴 피부의 상처로 세균에 감염되었기 때문으로 생각된다.

② 해동발 축양장에서 구입

근해에서 어획되어 내수판매 혹은 수출 목적으로 축양 중이던 붕장어를 구입하여 순치를 시도하였다. 여기에서 구입된 붕장어는 대부분 동지나 해역에서 통발에 어획된 것으로 평균체중이 100g 이상의 큰 것이었다. 이들 붕장어도 폐사가 많아 테라마이신 약처리나 냉동 정어리의 급이를 시도하였으나 효과가 없었고 대부분 1개월 이내에 폐사하였으며, 그 원인은 먼바다에서 포획한 후 장기간 운반에 의한 상처와 특히 꼬리부분의 심한 괴사 때문으로 생각된다. 그러므로 붕장어의 실내 사육에서는 초기의 건강상태가 가장 중요한 관건이 되는 것으로 생각된다.

③ 연안통발어선에서 구입

연안통발선에 어획된 붕장어를 빠른 시간내에 실험실로 운반하였다. 이들 붕장어는 평균체중이 35.5g의 소형이며 운반 즉시 약물처리 하였다. 연안어선에서 구입한 붕장어는 거의 폐사가 되지 않았다. 그리고 1달 이내에 먹이를 먹기 시작하였으며 수조에 순치된 것으로 판단되었다. 이렇게 순치가 순조로운 것은 어획 후 2시간 내에 실험실로 운반하였으므로 다른 상태의 실험어와는 달리 피부상처가 거의 없었고 또 스트레스도 적었기 때문으로 생각된다. 수조내에 사육 중에 발생된 물리적 상처 치료를 위한 약물처리(니프라친산 1,000ppm)는 20℃ 이상의 수온에서 효과가 컸다.

나. 수조의 선정

① 순환여과식 유리수조

이 수조는 유리수조(900×450×450mm)로 유수식을 겸한 순환여과식이며 계속적인 보충수의 첨가에 의하여 어류의 배설물이 특별히 제작한 사이펀 장치를 통하여 즉시 사육조 밖으로 유출될 수 있도록 하였다. 유출된 물은 일단 침전조(f 1.0m, FRP)에 집수된 후 물의 회전력과 고형물의 밀도차에 의해서

어류의 배설물은 침전조의 중앙에 모이게 되고 침전조 밖으로 자연 배출되도록 하였으며, 어류 배설물과 분리된 사육수는 소형 순환펌프(105W, 220V)를 이용하여 수조보다 높은 곳에 위치하는 생물여과탱크(수량 500 ℓ)로 펌핑하였다. 생물 여과조 속의 여과재료는 굴폐각을 이용하여 분해세균에 의한 생물학적 여과 뿐만 아니라 지속적인 탄산염의 공급으로 사육수의 pH 안정화가 되도록 하였다. 사육수의 가온은 1KW의 티타늄히터 1개를 사용하여 적정수온(20℃)을 계속 유지하였다.

실험수조의 측면은 실험어를 안정시킬 목적으로 검은 비닐로서 광을 차단하였으며 한 수조에 실험어를 20미씩 수용하였다. 이 때 현장에서 사용하는 동일한 크기의 통발을 은신처로서 사육수조 속에 넣어 주었다. 실험어는 평상시에는 통발속에 머물다가 먹이 투여시에 통발 밖으로 나오므로 실험어의 관찰이 용이하였다.

그러나, 순환여과식 유리수조에서는 다음과 같은 문제점이 제기되었다. 첫째, 먹이에 대한 반응이 활발하지 못하였으며, 각 실험수조들 간에 동일한 먹이를 투여해도 먹이에 대한 반응도가 일정하지 못하였다. 이는 유리수조의 한 면(관찰을 위한 앞쪽면)이 밝았기 때문에 야행성인 붕장어가 적응하는데 부적합한 환경으로 판단되어, 검은 비닐로 차광을 적용을 시도하였으나, 역시 동일 먹이에 대한 수조간의 격차가 심하여서 실험수조로서는 적합하지 못한 것으로 판단되었다.

둘째, 겨울철에는 사육시스템 내에 실험에 사용된 유인물질이 순환되어 실험에 오차를 유발할 가능성이 있는 것으로 판단되었다. 즉 겨울철 저수온기에 수온을 높이기 위해서는 순환여과방식에 의한 가온이 필수적이지만, 먹이에 대한 반응도 차이에 의한 문제점 외에도 사육시스템내의 유인물질의 순환 염려가 있었기 때문에 유인물질의 검색을 실험시에는 사육수를 사육시스템 밖으로 전부 배출시키는데 따른 사육수온의 저하 등으로 실험에 부적합한 것으로 판단되었다.

② 유수식 FRP 수조

이 수조는 유수식 사육장치로서 지속적인 여과해수의 첨가에 의하여 어류의 배설물이 즉시 사육조 밖으로 유출될 수 있도록 하였다. 수조는 직경 1.7m, 수심 0.9m(수량 2톤)의 원형 FRP탱크였으며, 이때 주수량은 10 l/min로 하였다(Photo 2.1-1). 이 수조내에서 실험어의 먹이에 대한 반응도 좋았고 또 실험어의 순치도 빠랐으므로 실험 기간동안 이 수조를 계속 사용하였다.

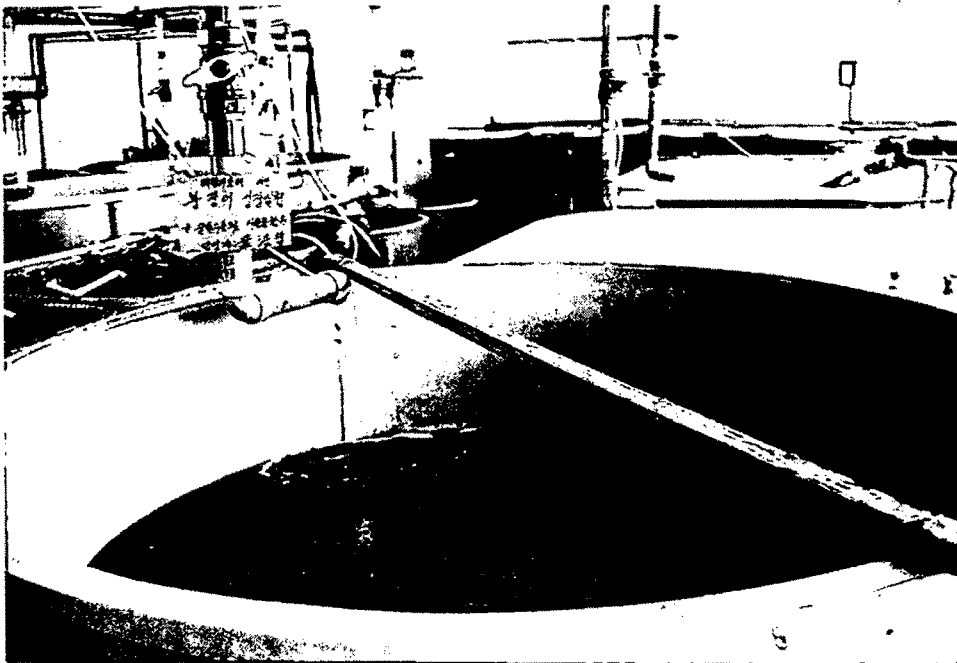


Photo. 2.1-1. FRP water tank for rearing conger eel and experiment.

다. 수조내 행동

실험을 행하지 않을 경우 대부분의 붕장어는 수조 중앙에 놓여 있는 은신처에 머물고 있으며, 주위의 소음이나 물체의 움직임에 대해서는 거의 반응을 나타내지 않았다. 먹이(냉동 정어리 혹은 멸치)를 줄 경우에 손으로 머리부분을 잡고 있어도 전혀 개의치 않고 20-30 초 이내에 전 실험어가 은신처에서 물러나와 몸을 비틀면서 먹이를 뜯어 먹었다. 수조에 1g 정도의 먹이 조각을 던져주면 1-2 마리가 먹이를 찾기 시작하며 붕장어의 머리가 먹이 조각을 지나친 후에는 즉시 후진하여 집어 먹으며, 곧 이어 수 마리의 붕장어가 은신처로 부터 나와 바닥에 머리를 좌우로 흔들며 탐색운동을 하였다. 그러나 육조각이 배수 흡입구에 붙어 있으면 전혀 반응하지 않았다. 일반적으로 붕장어는 야행성 어류이고 섭이행동도 주로 야간에 한다고 알려져 있으나, 실험어를 수조에서 30일간 순치 시킨 이후에 먹이를 06, 10, 18, 20시에 줄 경우에 섭이반응은 주야간의 차이가 거의 없는 것으로 판단되었다.

실험어는 사육수에는 전혀 반응이 없었고 0.1g의 시료에도 충분히 강한 반응을 나타내었다. 또한 0.1g의 시료육을 1,000cc의 사육수에 1초간 담갔다 끄 집어 낸 물에도 확실한 유인성을 보였다. 시료육 10g과 1g을 1,000cc의 사육수에 침지한 추출액을 수조 내에 방출할 경우에 10g 추출액의 유인성이 강한 경향이 있지만 큰 차이가 없었다. 그러므로 시료의 양은 특별한 경우를 제외하고는 실험의 편리상 1.0g을 기준으로 하여 수조실험을 하였다.

수조실험은 대부분 링거병(500ml)을 사용하여 시료액을 수조내로 흘리면서 실험어의 반응을 육안으로 관찰하거나 혹은 캠코드로 녹화하여 분석하는 방법으로 하였다.

라. 사육 및 성장

사육에는 생사료, MP사료 혹은 뱀장어용 배합사료 등 3종류의 사료를 이용하였으며 각각의 급이효과를 조사하였다. 생사료는 생멸치를 -35°C 의 냉동고에 보관하면서 사용하였다. MP사료는 냉동정어리에 시판용 뱀장어용 인공사료를 3:2 중량비로 혼합하여 효과를 이용하여 펠렛을 성형한 후 즉시 공급하였다. 배합사료는 시중에서 시판되고 있는 뱀장어용 성만 사료를 반죽 상태로 공급하였다. 사료 급이는 먹는 대로 주어 포만시켰을 때는 다음날 유인활성반응 실험에 반응에 활발하지 못하였기 때문에 급이량은 포식량의 절반을 기준으로 하여 공급하였다. 급이 횟수는 1일 1회 일몰 시에 급이하였다.

3종류의 사료를 급이하면서 실내에서의 성장도를 알아보기 위해서 어체중량은 매 2주간격으로 측정하였으며, 각 사육 기간이 끝난 다음날 아침의 공복시의 체중을 측정하였다. 성장도, 사료계수, 일일성장을 구하였다.

사료 종류를 달리하면서 실내 사육장치에서의 뱀장어 성장 도는 Table 2.1-1 및 Figure 2.1-1에 나타난 바와 같다. Figure 2.1-1에서 보는 바와 같이 생사료를 급이한 실험구에서 가장 빠른 성장을 나타냈다. 자세한 사육실험 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 생사료를 급이했을 때 평균체중 7,000g을 방양하여 8주 후 14,539g을 얻었으며, 일일성장을 1.3138%로서 가장 양호한 성장도를 나타냈다. MP사료를 공급했을 때는 평균체중 7,000g을 방양하여 8주 후 13,376g을 얻었으며, 일일성장을 1.1631%로서 생사료 급이구에 비해서는 약간 떨어지는 성장도를 나타냈다. 시판용 성만용 배합사료만을 공급한 실험구에서는 평균체중 7,000g을 방양하여 8주 후 10,697g을 얻었으며, 일일성장을 0.7601%로서 생사료 급이구와 MP사료급이구에 비해서는 저조한 성장도를 나타냈다. 이러한 뱀장어의 성장결과는 생사료 또는 생사료와 배합사료를 섞어 급이한 실험에서와는 달리 배합사료만 급이 했던 실험구에 비교하여 기대 이하의 성장결과를 보였다. 이러한 결과를 미루어 볼 때, 뱀장어 사육시 뱀장어와는 달리 어느 정도의 생사료가 첨가되어야지만 정상적인 성장을 할 것으

로 생각된다. 또한, 붕장어와 뱀장어는 영양 요구량의 다를 가능성도 배제할 수가 없다.

일반적으로 해산어인 방어의 경우 생사료를 장기간 투여하면 생사료 내에 존재하는 thiaminase에 의하여 비타민 B₁의 파괴로 인한 대량 폐사가 일어나기 때문에(적야, 1985) 생사료의 장기급여를 중지하거나, 여분의 비타민제를 강화하여 폐사를 방지하고 있다. 그러나, 붕장어의 경우 2개월간 연속해서 생사료를 장기간 투여했으나, 이러한 증상은 발견할 수가 없었다.

배합사료 급여 시에 나타난 현상으로 순치 기간 중의 예비실험시에 배합사료를 양을 줄여서 공급할 경우 큰 붕장어가 작은 붕장어의 꼬리부분을 잘라먹는 공식현상이 발생했다. 이를 방지하기 위하여 먹는 대로 사료를 급여하여 포만시켰을 경우에는 다음날 먹이에 대한 반응도가 현저히 줄어들었다. 심지어 먹이유인물질 활성테스트로는 부적합한 상태로 되었기 때문에 실험시에는 이점을 고려해야 할 것으로 사료되었다.

Table 2.1-1. Results of the rearing experiment in conger eel (*Conger myriaster*) for 8 weeks

Diet	Wk	Stcking(g)			Yield(g)			Gain (g)	Feed (g)	F.C.*	DGR** (%)
		wt(g)	No.	Mean	wt(g)	No.	Mean				
Anchovy	2	7000	100	70.0	8365	100	83.7	1365	504	0.37	1.28
	4	8365	100	83.7	10021	100	100.2	1656	504	0.30	1.29
	6	10021	100	100.2	12043	100	120.4	2022	504	0.25	1.32
	8	12043	100	120.4	14359	100	145.4	2496	504	0.20	1.35
	sum	7000	100	70.0	14539	100	145.4	7539	2016	0.27	1.31
Moist pellet	2	7000	100	70.0	8194	100	81.9	1194	2496	2.09	1.13
	4	8194	100	81.9	9625	100	96.3	1431	1930	1.35	1.15
	6	9625	100	96.3	11329	100	113.8	1704	1930	1.13	1.17
	8	11329	100	113.3	13376	100	133.8	2047	1930	0.94	1.19
	sum	7000	100	70.0	13376	100	133.8	6376	8286	1.30	1.16
Eel diet	2	7000	100	70.0	7764	100	77.6	764	1600	2.09	0.74
	4	7764	100	77.6	8626	100	86.3	862	2050	2.38	0.75
	6	8626	100	86.3	9601	100	96.0	975	2600	2.67	0.77
	8	9601	100	96.0	10967	100	109.7	1366	2900	2.12	0.95
	sum	7000	100	70.0	10967	100	109.7	3697	9150	2.47	0.76

F.C.* : Food coefficient,

DGR** : Daily Growth Rate, Kim(1993).

Moist pellet : Commercial diet(powder tye)

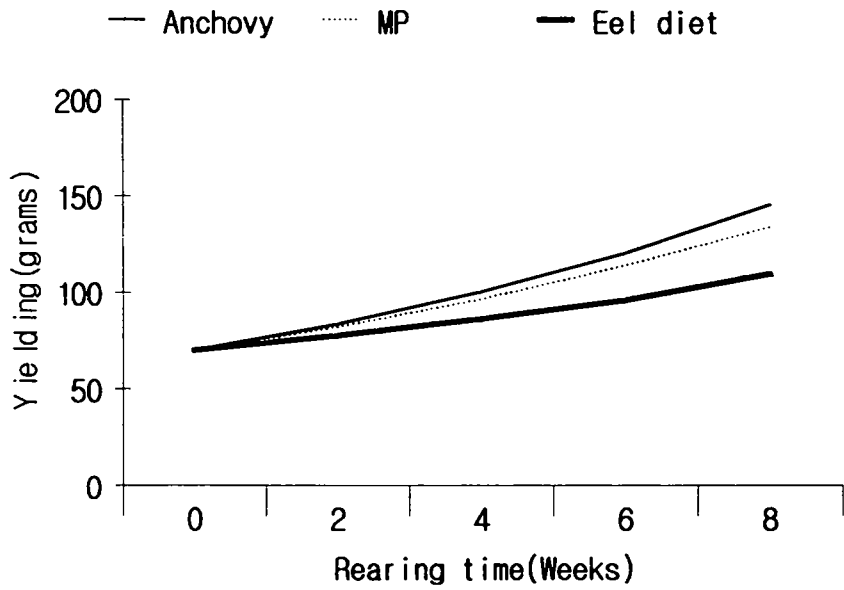


Fig. 2.1-1. Comparing of rearing conger eel with three kinds of baits

3. 결론

붕장어의 유인물질의 검색이나 인공미끼 개발의 전단계로 수조실험에 필요한 실험어(붕장어)의 장기 관리 사육 방안을 모색하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

① 실험어는 연안통발어선에서 포획하여 즉시 실험실로 운반한 시료가 가장 빠르게 순치되었다.

② 최적사육장치는 우수식 FRP사육탱크가 적합하였다.

③ 생사료가 가장 빠른 성장도를 나타냈으며, 2개월간의 장기 사육에도 영양 불균형에 의한 문제점은 발생하지 않았다.

④ 뱀장어용 성만 단독사료는 붕장어의 장기간 축양은 가능했으나, 성장도는 생사료에 비하여 저조하였다.

⑤ 배합사료를 사용할 때 과식시에는 다음날 먹이에 대한 반응도가 현저히 감소했으며, 절식 시에는 공식현상을 나타냈다.

⑥ 실험을 행하지 않을 경우 대부분의 붕장어는 수조 중앙에 놓여 있는 은신처에 머물고 있으며, 주위의 소음이나 물체의 움직임에 대해서는 거의 반응을 나타내지 않았다.

⑦ 실험어는 사육수에는 전혀 반응이 없었고 0.1g의 시료에도 충분히 강한 반응을 나타내었다. 또한 0.1g의 시료육을 1,000cc의 사육수에 1초간 담갔다 끄집어 낸 물에도 확실한 유인성을 보였다.

⑧ 수조실험은 대부분 링거병(500ml)을 사용하여 시료액을 수조내로 흘리면서 실험어의 반응을 육안으로 관찰하거나 혹은 캠코드로 녹화하여 분석하는 방법으로 하였다.

제2절 유인물질의 특성

1. 서언

천연미끼에 대한 붕장어의 반응에 대해서는 앞에서 언급한 바와 같이 몇몇 보고서가 있으나 붕장어 인공미끼 개발을 위한 체계적인 연구는 거의 없다. 따라서 효율적인 인공미끼를 개발하기 위한 전 단계로써 천연미끼에 함유되어 있는 붕장어의 유인물질의 특성을 파악하고 나아가 유인물질의 검색에 필요한 여러가지 실험을 시도하였다.

천연미끼의 현장비교 실험에 앞서 예비실험으로 미끼의 적정 중량을 가름하기 위한 예비실험의 결과는 Table 2.2-1과 같다. 실험의 결과에 따라 어획 실험에서 적정 미끼 중량을 50g으로 하였다.

Table 2.2-1. Optimum weight of natural bait, sardine, for trap fishing

Soaking time	Bait wt.(g)	Trap No.	Catches					
			Conger eel	Goby	Sea bass	Hagfish	Crab	Starfish
12hr	0	40	0			0		3
	10	40	1			3		21
	30	40	7			14		37
	50	40	14			10		25
	70	40	13			7		35
	100	40	16			11		39
5hr	0	10	0	0	0		0	0
	70	15	6	28	0		5	0
	150	29	7	49	4		7	1
	270	14	1	3	1		4	5
	320	10	2	8	0		2	3
	450	12	3	5	2		6	2
	600	13	3	7	1		4	0

2. 유인물질의 특성

가. 천연미끼에 대한 반응

천연미끼에 대한 붕장어의 반응을 조사하기 위하여 어류, 두족류, 갑각류, 패류, 환형동물, 척삭동물에 속하는 19 종류의 신선한 천연미끼를, 어시장에서 구입하여 -30℃에서 냉동보관하였다가 사용하였다(Table 2.2-2).

Table 2.2-2. Kind of natural baits

	Common name	Scientific name
Teleosts	Anchovy(멸치)	<i>Engraulis japonica</i>
	Sardine(정어리)	<i>Sardinops melanosticta</i>
	Alaska pollack(명태)	<i>Theragra chalcogramma</i>
	Horse Mackerel(고등어)	<i>Trachurus japonicus</i>
	Yellowfin goby(망둑)	<i>Acanthogobius flavimanus</i>
	Israeli carp(잉어)	<i>Cyprinus carpio nudus</i>
	Common carp(잉어)	<i>Cyprinus carpio</i>
Cephalopods	Squid(오징어)	<i>Todarodes pacificus</i>
Crustascean	Stripped prawn(새우)	<i>Palaemon paucidens</i>
	Krill(크릴새우)	<i>Euphausia superba</i>
	South rough shrimp(새우)	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>
	Squilla(갯가재)	<i>Squilla oratoria</i>
	Hairing Crab(게)	<i>Erimacrus isenbeckii</i>
Bivalves	Short-necked clam(바지락)	<i>Ruditapes philippinarum</i>
	Mussel(홍합)	<i>Mytilus edulus</i>
	Purplish clam(새조개)	<i>Saxidomus purpuratus</i>
Polychaets	Sea worm(갯지렁이)	<i>Neanthes japonica</i>
	Sea worm(갯지렁이)	<i>Marphysa sanguinea</i>
	Tunicate muscle(멍게)	<i>Halocynthia rortzi</i>

수조실험에서 붕장어는 정어리, 멸치, 참갯지렁이에 강한 반응을 나타내었다. 전체적으로 해산어류에 비교적 강한 반응을 보였다. 그러나 흐르는 물속에서 4시간 정도 침적된 멸치의 육(1.0g)에는 거의 반응하지 않았다.

현장실험의 결과는 Table 2.2-3과 같이 붕장어는 정어리, 멸치, 참갯지렁이보다 미끼보다 어획율이 높게 나타났으며 수조실험과 유사한 결과를 나타내었다. 현장실험은 남해도 부근의 해역에서 행하여 졌는데 통발에 어획된 종은

붕장어(conger eel : *Conger myriaster*, 35-43cm),

망둑(goby : *Acanthogobius flavimanus*, 6-15cm),

능성어(sea bass : *Epinephelas septemfasciatus*, 5-10cm),

게(주로 *Portunus* sp. 5-13cm),

골뱅이(whelk : *Neptunea arthritia*, 2-4cm)

떡장어(hag fish : *Eptatretus burgeri*, 28-35cm), 및 불가사리였다.

이 중에서 붕장어는 멸치와 정어리 및 참갯지렁이 미끼를 넣은 통발에서 조우율도 높았고 입망 개체수도 많았다. 망둑도 붕장어와 거의 같은 경향을 보였다. 그러나 능성어는 어획수가 너무 적어 경향을 파악하기 곤란하였고, 게류는 비교적 고른 입망을 보였으나 멸치와 새우 및 오징어 내장에서 다른 시료보다 높은 조우율과 입망율을 보였다. 골뱅이는 현저한 단피분포를 하였으며 연체류나 갑각류에서 많은 출현율을 보였다.

저인망에 어획된 붕장어의 위내용물을 조사한 보고서 (日本 水産廳, 1986)에 의하면 자연 서식지에 있어서의 어린 붕장어의 먹이는 다모충류, 새우유, 단각류 등이며, 성어의 먹이는 소형 어류, 새우, 게, 오징어, 문어 등이라고 한다. 자연 서식지에서 붕장어는 대부분 먹이의 부족에 직면하기 쉬우므로 먹이의 종류에 크게 구애되지 않고 서식지 주변에 있는 먹이를 취하는 것으로 이해된다. 그러나 자연 서식지에서 쉽게 조우할 수 없는 정어리나 멸치 혹은 참갯지렁이의 체액에는 다른 저서어족에서 보다 강하거나 또는 많은 양의 유인 물질이 있는 것으로 추측된다.

Table 2.2-3. Catches in the trap with various natural baits in the field

Baits (50g)	Trap No.	Conger eel	Goby	Bass	Crab	Whelk		Starfish	
						trap	ind.	trap	ind.
Anchovy	20	14	22	4	12	12	34	2	2
Sardine	20	18	21	2	8	7	400	4	8
A. pollack	20	5	9	1	7	6	20	3	6
H. Mackerel	20	3	8	0	3	0	0	2	4
Goby	20	6	6	2	5	0	0	3	3
Israeli carp	20	2	0	1	3	0	0	2	2
Common carp	20	1	2	0	2	0	0	5	7
Stripped prawn	20	0	0	3	3	5	28	3	3
Krill	20	2	13	1	6	0	0	5	8
Shrimp	20	3	4	0	12	12	45	2	38
Squilla	20	0	3	2	7	8	34	4	12
Crab	20	2	3	1	2	19	47	6	6
Clam	20	4	5	1	1	15	25	3	5
Mussel	20	2	3	0	3	17	35	2	110
Purplish clam	20	1	4	2	4	0	0	15	20
Sea worm ^{*1}	20	12	17	3	5	17	25	3	3
Sea worm ^{*2}	20	3	7	2	4	15	17	3	8
Triccate muscle	20	1	3	1	3	0	0	2	3
Suid	20	1	1	0	15	8	16	2	2

*1 *Neanthes japonica*; *2 *Marphysa sanguinear*

유인성이 강하게 나타난 정어리의 내장과 육 혹은 창자 50g 씩을 서로 다른 프라스틱 통발에 넣고 약 12 시간 동안의 어획실험의 결과는 Table 2.2-4 와 같다. 정어리의 경우 육이 내장보다 강한 어획율이 높았으나, 오징어는 내장이 육보다 조금 높게 나타났다. 그리고 내장의 경우 위의 내용물에 따라 변화가 비교적 크게 나타났다.

Table 2.2-4. Catches in the trap with muscle, head, or viscera of sardine

Bait*	Trap No.	Species					
		Conger eel		Hagfish		Starfish	
		trap	indiv.	trap	indiv.	trap	indiv.
muscle	100	17	26	10	10	9	23
head	100	4	5	4	4	8	15
viscera	100	9	12	4	4	13	26

* Sardine(*Sardinops melanosticta*), 50g.

그리고 현장실험에서 가장 어획율이 좋은 멸치와 정어리의 어획율을 서로 비교해 보았으나 뚜렷한 차이를 인정하기 어려웠다(Table 2.3-5).

Table 2.2-5. Fishing trial for comparing anchovy and sardine as the trap bait

Bait	Trap No.	Conger eel		Goby		Bass		Crab		Starfish		Whelk	
		trap	ind	trap	ind	trap	ind	trap	ind	trap	ind	trap	ind
An.	18	6	6	8	10	4	6	6	9	10	50		
Sa	19	8	10	15	19	3	3	7	10	4	10		
An.	20	16	28	11	16	6	7	12	14	8	9		
Sa	20	16	26	10	19	8	9	11	15	10	18		
An.	20	8	14	18	22	3	4	7	12	2	2	12	34
Sa	20	10	18	16	21	2	2	5	8	4	8	7	400
An.	20	12	18					8	10	3	4		
Sa	40	23	29					18	22	9	9		
An.	200	24	36							34	44		
Sa	200	25	31							42	87		

* Baits: An = anchovy, Sa = sardine

나. 자숙 혹은 변패시킨 천연미끼에 대한 반응

자숙 또는 변패시킨 미끼는 신선한 미끼 중에서 정어리나 멸치를 24℃에서 6시간 혹은 24시간 방치한 육, 5분간 자숙한 육 및 그 자숙액 등에 대한 붕장어의 반응을 조사하였다.

신선한 냉동육이 가장 유인활성이 강하였고 24 시간 경과한 부패 육의 유인성이 가장 약하였다. 그리고 시판하는 건멸치도 유인성이 거의 없었다. 그러나 100℃에서 각각 20분, 40분 가열한 멸치나 정어리 액은 비교적 강한 유인성을 나타내어 유인활성물질은 가열에 의하여 파괴되지 않는 물질로 추정된다. 그러나 가열한 액에 대한 반응시 방출구 가까이에 접근하였을 경우에 놀라는 경우가 많고 때로는 기피하는 반응을 보이기도 하였다.

현장실험에서는 전반적으로 어획률이 저조하였다(Table 2.2-6). 육을 상온에서 장시간 방치하여 선도가 저하되면 유인물질은 화학적으로 변화되어 유인활성을 상실하거나 혹은 새로운 기피물질이 생성 (Hara, 1982) 되기 때문에 유추되며, 이러한 결과는 서 등(1977), 고·김(1984), 김(1985), 김·고 (1990 a,b), 김·이(1990) 등의 연구 결과와 대체로 일치한다.

Table 2.2-6. Fishing trial for various conditions of the trap bait

Baits	Wt(g)	Trap No.	conger eel		Crab		Starfish	
			trap	ind	trap	ind	trap	ind
Anchovy, muscle	50	20	10	13	8	10	5	5
Anchovy, boiled juice	50	20	4	5	3	6	1	1
Anchovy, dried	50	20	3	3	2	4	0	0
Anchovy, spoiled	50	20	2	2	3	3	2	2
Sardine, boiled juice	50	20	5	6	4	5	1	1
Sardine, spoiled	50	20	1	1	2	2	3	3
Chicken, viscera	50	20	2	2	4	6	2	2
Fish meal	50	20	3	3	2	3	1	2

다. 살아있는 미끼에 대한 반응

살아있는 미끼에 대한 실험어의 반응을 조사해 보았다. 미끼의 종류는 Table 2.3-7과 같다.

Table 2.3-7. Kinds of alive thing as a bait to conger eel

Common name	Scientific name	Size(cm)
민물메기, cat fish	<i>Silurus asotus</i>	3
무지개송어, trout	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	6
털게, crab	<i>Erimacrus isenbeckii</i>	3
참갯지렁이, worm	<i>Neanthes japonica</i>	6
바위갯지렁이, worm	<i>Marphysa sanguinea</i>	6

살아있는 미끼 1마리 씩을 시료병 속에 넣고 사육수로 1,000cc를 채운 것을 시료액으로 하여 반응을 조사하거나 미끼를 붕장어 사육 수조에 넣어 반응을 조사하였다. 참갯지렁이가 비교적 강한 유인성을 보였으나 전반적으로 호기심과 경계반응을 보였다. 그러나 상처난 시료는 죽은 시료육과 비슷한 수준의 강한 반응을 나타내었다.

살아있는 미끼의 추출액에 대한 반응은 아주 약하였다. 또 붕장어 수조에 살아 있는 미끼를 넣었을 경우에는 미끼가 활발히 움직일 동안에는 거의 관심을 보이지 않았으나 움직임이 아주 둔하게 되거나 죽으면 먹이 탐색운동이 시작되고 냄새원을 찾아 내었다. 미끼를 씹으면 수초이내에 은신처 아래에 있던 다른 붕장어가 동시에 물려나와 바닥을 배회하며 분주한 탐색반응을 보였다. 지렁이의 경우에는 많이 움직이지 않으므로 훨씬 짧은 시간내에 잡아 먹혔다.

살아있는 미끼의 추출액에 대한 반응이 아주 약하게 나타나는 현상은 저인망에 어획된 붕장어의 위내용물이 대부분 자연 서식지에 살아있는 다모충류, 새우류, 단각류, 소형 어류, 새우, 게, 오징어, 문어 등이라고 한 보고나, 현장실험에서 어획된 붕장어의 위 내용물을 조사해본 결과 소형어류, 새우류, 무척추동물 등이 많았던 점과는 서로 배치되며, 또 살아있는 생물을 먹이로 취하는 다양한 어류(Brown, 1969; Steven, 1957; Test, 1963)들의 반응과도 다르다.

그리고, 한 마리의 실험어가 미끼를 씹기 시작하면 수조내의 은신처에 숨어 있던 다른 실험어들이 수초내에 강한 식이반응을 나타내는 것으로 보아 먹이를 물어 뜯을 때 많은 양의 유인물질이 방출되어 주변의 실험어를 자극하는 것으로 생각된다 (Love, 1970).

라. 휘발성분에 대한 반응

생멸치 50g에 증류수 300ml를 첨가하여 가끔씩 흔들어 주면서 2시간 실온에 방치하였다. 추출액을 여과(Toyo No. 5)한 후 여과액은 40℃에서 회전증발갑압농축기로 농축하였다. 이때 갑압장치에 Tenex GC를 충전한 유리관(Ø 2.5mm x 10cm)을 연결하여 여과액이 농축될 때 까지 포집하였다. 이렇게 포집한 멸치 휘발성성분을 함유한 유리관의 앞과 뒤를 테프론 테이프로 봉하여 두었다가, 흡착물과 함께 봉장어 실험용 FRP 사육탱크에 넣어 향기성분에 대한 반응을 조사하였다.

상온에서 정어리나 멸치의 육 10g씩을 속이 비어있는 1l의 병 속에 넣은 후, 공기압축기로써 외부로 부터 그 병 속에 공기를 강제 주입시키고, 그곳에서 배출되는 공기를 호스를 통하여 1l의 해수가 들어 있는 다른 병 속 용해시킨 것을 수조내에 방출시키면서 봉장어의 반응을 관찰하였다.

그리고 정어리나 멸치육을 물에 넣고 끓이면서 나오는 증기를 흡착시킨 스펀지를 1l의 해수가 들어 있는 병 속에 넣은 것을 수조내에 방출시키면서 봉장어의 반응을 관찰하였다.

그러나 어느 경우에도 수조내의 분장어는 거의 반응하지 않았다. 이 결과는 어류의 색이유인물질이 비휘발성이라고 한 Hara(1982)의 견해와 일치되며, 또 pigfish(도미류), turbot(넙치류) 등 많은 어류가 아민이나 암모니아와 같은 휘발성 물질에는 자극되지 않았다는 보고 (Carr, 1976; Mackie and Adron, 1978)와도 일치된다. 그러나 먹장어류와 미꾸리가 암모니아와 DMA등의 휘발성물질에 강한 반응을 보였다는 보고 (Kleerekoper and Morgensen, 1963; Harada, 1983, 1985 a, b; Harada and Ikeda, 1984)도 있어서 어종에 따라 상당한 차이가 있는 것 같다.

· 마. 메탄올(MeOH) 추출액에 대한 반응

메탄올은 증류수보다 추출효율이 높고 농축하기가 쉬운 용매이므로 물질분 석의 효율을 기하기 위해 메탄올 추출액의 유인활성을 검토하였다. 생멸치 50g에 methanol 300ml를 첨가하여 가끔씩 흔들어 주면서 2시간 실온에 방치 하여 추출되어지는 물질을 여과(Toyo No. 5)하고, 이 액을 100℃에서 각각 20 분, 40분 가열한후 40℃에서 회전증발압축기로 농축하였다. 이 농축액을 해수로 회석하여 유인활성을 실험한 결과 증류수로 추출한 액과 동일한 유인 활성을 나타내었다.

메탄올 추출액과 증류수 추출액과의 차이는 지질성분을 일부 함유한다는 것 이나, 지질성분을 추출하여 유인활성을 실험한 결과 증류수 추출물보다도 유 인활성이 매우 낮게 나타났다.

다른 방법으로 천연미끼 추출액에 클로로포름과 메탄올을 용적비 2대 1로 혼합한 용매를 첨가하여 10분간 방치한 후에 상층의 지질성분을 제거하는 조 작을 3회 반복하고 남은 액에서 회전진공증발기 (Yamato RE-51)로써 용매를 증발시킨 잔류물에 대한 봉장어의 반응을 조사하였으나 수조내의 봉장어는 거 의 반응을 나타내지 않았다.

이러한 실험의 결과는 뱀장어, 연어 등 여러 어종이 지질에 반응하지 않는 다고 하는 보고 (Sutterlin and Sutterlin, 1970; Yoshii et al., 1979)와 일치하 지만, 지질이 방어의 유인성에 관여할 가능성이 있음을 시사한 Kaneda et al.(1960)과 방어의 치어가 여러 가지 지질 중에서 수용성인 인지질에 유인성 을 나타내었다는 Harada (1985 a)의 보고와는 배치된다.

바. 분자량 구분에 따른 반응

천연미끼의 에탄올 혹은 증류수 추출액을 저분자물질이 용존되어 있는 상등액과 고분자물질이 용존되어 있는 침전액으로 각각 분획하여 시료액으로 하였다.

먼저, 에탄올 추출액의 상등액과 침전액은 정어리나 멸치의 마쇄 육 100g씩에 일반적으로 육의 성분 추출에 쓰이는 유기용매의 한 가지인 에탄올을 500ml 첨가하여 13,500rpm으로 1분간 교반한 후에 5,000g에서 20분간 원심분리하여 분획하고, 이렇게 분획된 상등액과 침전액에서 회전진공증발기(Yamato RE-51)로써 에탄올을 증발시킨 후에 증류수로 회석하여 시료액으로 하였다.

다음, 증류수 추출액의 상등액과 침전액은 정어리나 멸치의 육 100g씩을 500ml의 증류수에 침지하여 30분간 60rpm으로 교반한 액 만을 5,000g에서 20분간 원심분리하여 분획하고, 이렇게 분획된 상등액과 침전액을 시료액으로 하여 봉장어의 반응을 조사하였다.

실험의 결과 에탄올 추출액이나 증류수 추출액의 상등액이 침전액보다 유인성이 강한 것으로 나타났다. 상등액에는 아미노산과 같은 저분자 화합물이 많이 용존되어 있고 침전액에는 단백질과 같은 고분자 화합물이 많이 용존되어 있다고 생각된다.

정어리나 멸치의 육 100g씩에 100ml의 증류수를 첨가하여 30분간 60rpm으로 교반한 액에서 분획한 상등액을 여과지(Toyo No.5)로 여과시킨 후 양이온 교환수지칼럼 (Amberlite IR 120, 1.5x20cm)에 통과시키면 양이온 수지에 흡착되는 성분과 흡착되지 않는 성분으로 분리된다. 이렇게 분리된 흡착성분을 용매(NH₄OH)로써 수지에서 분리시킨 후 회전진공증발기에 넣어 용매를 증발시키고 남은 것에 증류수로 회석하여 봉장어의 반응을 조사하였다. 봉장어는 양이온 흡착성분에 강한 유인반응을 보였는데 흡착성분의 대부분은 아미노산 관련물질로 추정된다.

여기까지의 실험결과를 종합하면 봉장어의 유인성 물질은 비휘발성, 비지질성이고, 에탄올이나 물에 용해되는 저분자량 물질이며 양이온 교환수지에 흡

착되는 특성을 가진 물질인 것으로 추정된다.

투석막을 이용하여 천연미끼의 증류수 추출액을 분자량으로 대별하여 실험어의 반응을 조사하였다. 즉 추출액 20ml를 취한후 투석막(Cellulose tube 250-7U, ϕ 21mm x 30cm, Sigma Co.)에 넣고 24시간 투석하여 투석막 외액과 내액으로 구분한 후 유인활성 실험에 각각 이용하였다. 투석막 내액의 분자량은 12,000이상이고, 외액은 분자량 12,000이하의 물질로 구분된다. 유인활성의 실험결과에서 투석막의 외액과 내액 모두 약한 유인성을 나타내었으나 증류수 추출액에 비해 유인활성이 현저히 약했다.

멸치, 멸치자숙액, 혹은 참치자숙액 등의 동결건조물 2g에 증류수 50ml를 넣고 이를 원심분리(4,000rpm, 5min)하여 상등액 200ml를 Molecular / Pro Stirred Cells (Spectrum, S-43-70, Texas, USA) 장치에서 분자량 5,000이상, 5,000 ~ 500, 500 이하로 한외여과하여 수조에서 봉장어의 유인활성을 실험하였으나 분자량 500 이하획분의 유인활성효과는 크지 않았다.

그러므로 분자량 500 이상의 획분에 대하여 유리아미노산의 분석으로 각 아미노산 함량의 차이를 비교해 보았다. 즉 멸치 추출액 중에서 분자량이 5,000 이상인 물질군을 A-1으로 하고, 분자량이 5,000 ~ 500인 것을 A-2로 하였다. 그리고, 멸치 자숙액 중에서 분자량이 5,000 ~ 500인 물질군을 A-3으로 하였으며, 참치 자숙액 중에서 분자량이 5,000 ~ 500인 물질군을 S-1로 구분하여 각각의 유리아미노산 조성을 분석하여 Table 2.2-8에 나타내었다.

멸치 추출액은 분자량이 5,000 이상의 분자량을 가진 물질이 molecular stirred cell내에 존재하였으나, 멸치나 참치의 자숙액은 분자량이 5,000 이상의 물질은 존재하지 않았고 투석막을 모두 통과하였다. 따라서 이들 자숙액은 자숙 과정중 저분자 물질로 분해되었기 때문인 것으로 생각된다.

유리아미노산의 함량은 A-1구에서 354mg, A-2구에서 2,674mg, A-3구에서 241mg, 그리고 S-1구에서 990mg으로 각각 나타났다. A-2구의 함량이 가장 높게 나타나 대부분의 유리아미노산이 분자량 5,000 이하인 것으로 생각된다.

유리아미노산 함량에 따른 차이를 보면 A-1구에는 taurine, alanine, leucine, histidine이 많았고, A-2구에는 taurine, leucine, glutamic acid, alanine, histidine 이 많아 멸치 추출액의 유리아미노산 구성과 비슷하였다. 한외여과 후에 대부분의 아미노산은 분자량이 5,000 ~ 500 사이에 분포하였다. 자숙액인 A-3구에는 taurine, hsitidine, anserine 등이 많았고, S-1구에는 anserine, histidine, taurine 등의 함량이 높게 나타나 추출액과 자숙액의 아미노산 조성이 서로 달랐으며, 특히 histidine 및 histidine의 dipeptide인 anserine의 함량이 매우 높았다. 그런데 histidine은 자숙액의 맛을 부여하는 아미노산으로 Harada(1985)는 방어의 섭이를 촉진하는 물질로 보고하였다.

그런데 유인활성실험에서 A-1구는 유인활성이 아주 낮았으나 A-2, A-3, S-1구는 비교적 강한 유인활성을 나타내었지만 원액의 유인활성에는 미치지 못하였다. 따라서 분획에 의한 유인활성물질의 검색방법에는 문제점이 많은 것으로 생각된다. 즉 분석과정에서 유인성이 점점 약해지는 이유가 무엇인지를 해명하거나, 분석과정에서도 유인활성의 강도가 원 추출액과 유사한 수준으로 유지되는 새로운 분석법을 찾아내지 못하면 유인물질의 검색은 아주 어려울 것으로 생각된다.

이러한 현상은 많은 보고에서도 지적되고 있다. 그 한 예로 Carr와 Chaney (1976)는 돔과에 속하는 pinfish *Lagodon rhomboides*에 새우 *Penaeus duorarum* 엑스분의 섭이자극효과를 측정하였는데, 천연 엑스분 중에서 분자량 1,000이하의 획분을 한외여과법으로 분획하여 섭이자극효과를 검정하였다. 그리고 분석결과를 토대로 합성 엑스분을 조제하여 실험하였지만 천연 엑스분의 20-25%의 활성밖에 없었다고 하였다.

Table 2.2-8. Free amino acids content of samples obtained from ultrafiltration*

Amino acids	(mg/100g)			
	A-1	A-2	A-3	S-1
Phosphoserine	3.31	23.54	1.01	7.46
Taurine	48.42	288.95	55.96	85.90
Phosphoethanolamine	0.77	18.53	0.19	2.18
Urea	4.29	99.56	3.59	15.53
Aspartic acid	14.20	125.64	-	4.72
Threonine	17.14	116.17	1.59	9.80
Serine	14.90	95.57	3.01	6.15
Asparagine	-	46.55	1.29	-
Glutamic acid	21.36	221.21	5.72	27.42
Sarcosine	0.32	2.25	0.29	0.36
α -Aminoadipic acid	0.99	4.50	0.80	2.73
Proline	17.46	99.50	0.30	0.74
Glycine	12.07	73.07	4.24	9.74
Alanine	34.70	216.37	11.19	30.38
Citrulline	7.33	60.90	0.83	5.49
α -Aminoisobutyric acid	0.08	1.92	0.56	2.37
Valine	21.35	148.71	4.58	17.94
Cysteine	0.72	4.34	0.19	4.44
Methionine	11.12	79.67	3.15	14.90
Cystathionine	-	5.46	0.33	0.75
Isoleucine	16.85	122.16	3.70	12.33
Leucine	31.04	222.29	6.02	24.72
Tyrosine	8.28	58.15	4.11	13.29
β -Alanine	-	0.92	0.32	1.08
Phenylalanine	15.93	107.38	3.79	13.09
β -Aminoisobutyric acid	-	-	-	0.28
γ -Aminoisobutyric acid	2.36	19.34	3.69	10.91
Ammonia	1.84	17.34	2.43	5.50
DL-Allohydroxylysine	-	-	2.65	11.95
Ornithine	2.14	24.53	3.09	17.33
Lysine	1.65	15.12	1.44	13.09
1-Methylhistidine	4.32	52.28	7.60	24.82
Histidine	27.24	209.05	53.83	159.81
3-Methylhistidine	0.50	-	0.11	1.03
Anserine	-	-	46.27	413.82
Carnosine	7.27	49.16	2.72	18.04
Arginine	3.87	43.53	0.43	0.26
Total	353.79	2,673.65	240.99	990.36

*A-1; anchovy extracts(M.W. 5000>), A-2; anchovy extracts(M.W. 5000-500), A-3; anchovy cooking drips(M.W. 500>), S-1; skipjack cooking drips(M.W. 500>).

사. 냉동 혹은 동결건조에 따른 반응

천연미끼의 추출액에 함유된 유인활성물질의 가공 안정성을 검토하기 위하여 증류수 추출액과 자숙액을 각빙(角氷)으로 만들어 1개월간 냉동고에 저장하고, 일부는 진공 동결건조(EYELA FDU-830, Tokyo, Japan) 한 것을 수조에서 유인활성을 검토하였다. 수조내 봉장어는 강빙과 동결건조된 시료에 대하여 증류수 추출액과 거의 유사한 수준의 유인반응을 나타내었다. 이러한 결과에서 동결건조를 이용한 유인활성물질의 농축이 가능할 것으로 생각된다.

아. 표준물질에 대한 반응

(1) 아미노산

아미노산 표준물질(Sigma Co., USA) 23종(Table 2.2.-9)의 농도를 10^{-4} M로 하여 유인활성을 검색하기 위하여 각각 500ml를 링거병에 넣고 주사액 튜브를 통하여 서서히 흐르도록 하여 2분내에 모여드는 봉장어 숫자로 유인활성을 검토하였다. 본실험에 앞서 아미노산의 농도를 10^{-6} M, 10^{-5} M, 10^{-4} M로 구분하여 예비실험한 결과 10^{-4} M(Hidaka와 Ishida, 1985)이 가장 적절한 농도인 것으로 나타났다.

봉장어는 23종의 단독 아미노산 중에서 His과 Gly에 비교적 강한 반응을 나타내고, Ala, Leu, Ile, Lys 등의 염기성이나 중성 아미노산에도 반응을 나타내었다.

그런데 봉장어는 히스티딘에 대하여 특이한 행동반응을 나타내었다. 즉 히스티딘 액을 방출할 경우에 10 내지 20초 동안에 강한 흥분반응을 나타 내었으나, 방출구에 입을 대는 경우는 거의 없었고, 간혹 방출구에 접근하였을 때는 급히 후퇴하는 행동을 보였다. 히스티딘에 대하여는 뱀장어(Yoshii et al., 1979; Takeda et al., 1984), 방어(Harada, 1986), 무지개 송어(Mackie and Adron, 1978), 도미(Ina, 1981) 등이 유인반응을 나타내는 것으로 보고되어 있으며, 실험어의 흥분반응에 대해서는 Harada (1985, a)도 같은 지적을

하고 있다. 그러나 흥분반응을 나타내는 이유는 분명하지 않다.

그러나 Gly에 대하여는 이러한 흥분반응은 없고, 방출구에 접근하거나 입을 때는 반응이 다른 아미노산의 경우 보다 많았다. 이러한 반응은 Gly이 많은 어류의 유인물질이라는 보고(Hara, 1982)와 일치한다.

복합 아미노산에 대하여 뚜렷한 상승효과는 나타내지 않았다. 그런데 대부분의 어류들이 단일 아미노산 보다는 복합물에 더 잘 반응하는 것으로 보고 (Hashimoto et al., 1968; Adron and Mackie 1978 a,b; Mackie and Mitchell, 1983; Jonhes, 1989; Johnstone and Mackie, 1990; Takaoka et al., 1990)하고 있어 본 실험과 배치되고 있으나 그 이유는 분명하지 않다.

Table 2.2.-9. The stimulatory effectiveness of amino acids

Stimulant ¹⁾	Intensity ²⁾
Taurine	0
Aspartic acid	0
Threonine	0
Serine	0
Glutamic acid	0
Proline	0
Hydroxy-proline	0
Glycine	+++
Alanine	++
Valine	0
Cysteine	0
Cystine	0
Methionine	0
Isoleucine	++
Leucine	++
Tyrosine	0
Phenylalanine	0
Lysine	+
Histidine	+++
Arginine	+
Tryptophane	+

¹⁾ The test solutions was adjusted to 10^{-4} M.

²⁾ The intensity was calculated with response of the sea eels.

(2) 유기산, 핵산관련물질 기타

유기산 표준물질(Sigma Co., USA) 17종을 10^{-2} M로 조제한 후 아미노산 표준물질과 같은 방법으로 유인활성을 검색하였다. 그 결과 citric acid(구연산), L-lactic acid(젖산), oxaloacetic acid, propionic acid, succinic acid(호박산) 등이 약간의 반응을 나타내었으나 아미노산 표준용액보다도 낮은 활성을 나타내었다(Table 2.2-10). Adams 등(1988)에 의하면 ramaine 상추 *Lactuca sativa* 엑스분을 함유한 한천과 여기에 구연산과 사과산을 함유한 한천을 틸라피아 *Tilapia zillii*에 동시에 급여하면 유기산이 첨가된 구를 더 많이 섭취한다고 하였다. 그러나 Ohsugi 등(1978)과 Fuke 등(1981)은 복어 *Fugu pardalis*와 참돔 *Chrysophrys major*에 유기산을 첨가하여 섭취활성을 조사하였지만 효과가 없다고 하여 어종에 따라 차이가 있는 것으로 여겨진다.

핵산관련물질이나 염기성 물질등은 호기심 이상의 반응을 나타내지 아니하였다. 특히 DMPT (dimethyl- β -propiothetine)은 담수어 등에 강한 섭취 유인물질로 최근에 Nakajima et al.(1989 a,b)에 의해 밝혀졌지만 뱀장어와 붕장어에게 호기심 이상의 반응을 유발하지 못하였다.

Table 2.2-10. The stimulatory effectiveness of organic acids

Stimulant ¹⁾	Intensity ²⁾
Acetic acid	0
n-Butyric acid	0
Citric acid	++
Formic acid	0
D-Fructose-6-phosphate	0
D-Fructose-1,6-diphosphate	0
Fumaric acid	0
DL-Glyceric acid	0
Glycolic acid	0
D-Glucose-6-phosphate	0
α -Ketoglutaric acid	0
L-Lactic acid	+
Oxaloacetic acid	+
Propionic acid	+
Succinic acid	+
n-Valeric acid	0
Malic acid	0

¹⁾ The pH of the test solutions(10⁻² M) was adjusted with sodium hydroxide to 7.0-8.0.

²⁾ The intensity was calculated with response of the sea eels.

3. 결론

인공미끼를 개발하기 위한 전 단계로 천연미끼에 포함되어 있는 유인물질의 특성을 파악하기 위해 여러 가지 실험을 하였고 그 결과는 아래와 같다.

- ① 현장의 통발실험에서 적절한 천연미끼의 중량은 50g으로 나타났다.
- ② 20여종의 천연미끼에 대한 반응실험에서 멸치, 정어리 및 참갯지렁이의 유인 활성이 강한 것으로 나타났다.
- ③ 천연미끼를 자숙시키거나 변폐시킨 것에 대한 반응을 조사한 결과 자숙액은 유인성이 강한 것으로 나타났으나 변폐시킨 것은 아주 약하게 나타났다.
- ④ 소형의 민물메기, 송어, 게, 지렁이류 등의 살아있는 것에 대한 반응조사에서 살아있을 동안에는 유인성이 아주 약했으나 이들이 죽었을 경우에는 즉시 먹이로 취하였다.
- ⑤ 천연미끼의 휘발성 혹은 냄새성분은 특별한 유인성을 나타내지 않았다.
- ⑥ 천연미끼의 메탄올 추출액은 강한 유인성을 유지하였다.
- ⑦ 증류수 혹은 메탄올 추출액의 상등액은 강한 유인성을 나타내었으나 침전액은 유인성이 약했다.
- ⑧ 양이온 교환수지의 흡착성분은 유인성이 비교적 강했으나 증류수 추출액 보다는 약했다.
- ⑨ 메탄올 추출액을 분자량 5,000이상, 5,000-500, 및 500미만의 3 그룹으로 분리하였을 경우에 분자량 5,000이상의 그룹은 유인성이 거의 없었고 나머지 두 그룹은 아주 낮은 유인성을 나타내어 분리 과정에서 유인성이 약화되는 것으로 나타났다.
- ⑩ 추출액을 냉동하거나 진공동결건조하였을 경우에는 유인성이 유지되는 것으로 나타났다.
- ⑪ 23종의 아미노산과 20여종의 유기산 및 핵산관련 표품으로 유인성을 조사하였으나 대부분 유인성이 없었고, gly, his 등 일부는 약한 유인을 보였다.

제3절 인공미끼의 개발

1. 서언

멸치 추출액으로부터 유인활성을 갖는 물질을 분획하기 위하여 유인물질의 특성을 여러 측면에서 검토하고 유인물질의 체계적인 분획을 시도하였으나, 인공미끼의 제조에 응용될 정도의 수준에 이르지 못하였다. 천연미끼 중의 유인활성은 물질의 분획과정에서 점점 약해져 분획을 계속할 수 없는 상황에 이르렀다. 그러므로 유인물질의 검색은 처음부터 새로운 각도에서 접근을 시도하고 있다.

그러나 유인물질의 검색연구와는 별도로 천연미끼에 있는 유인물질의 특성을 활용하여 천연미끼의 단점을 개선할 수 있는 인공미끼의 개발연구를 병행하여 소기의 성과를 달성하였다.

본 연구에서는 현장에서 활용될 수 있는 인공미끼의 개발을 당면 연구과제의 목표로 설정하였고 이를 달성하기 위해서는 인공미끼가 다음과 같은 특성을 지녀야 할 것으로 판단하고 이를 인공미끼 개발의 지표로 설정하였다.

- 인공미끼 개발의 지표 -

- ① 어획성능 : 천연미끼(멸치)와 유사한 수준일 것.
- ② 미끼가격 : 천연미끼와 유사한 수준일 것.
- ③ 취급·보관 : 가능한 상온에서 취급 및 보관이 가능할 것.
- ④ 재료·제조방법 : 구입 및 제조가 용이할 것.
- ⑤ 위생성 : 위생적이고, 식품안전성(방부제 등 사용금지) 유지.
- ⑥ 비오염성 : 제조 및 사용시에 오염을 최소화 할 것.

2. 인공미끼의 개발

가. 인공미끼의 제조

(1) 시작품(예 1)

인공미끼는 정어리 추출액 혹은 아미노산 합성액을 유인물질로 하여 정제형태로 제조하였다. 정어리 추출액은 정어리육 1000g을 2l의 증류수에 2시간 동안 침지한 추출액이며, 아미노산 합성액은 수조실험에서 붕장어가 유인성을 나타낸 아미노산과 다른 어류에 유인성이 있는 것으로 알려진 일부 아미노산의 표품을 Table 2.3-1과 같은 조성으로 증류수에 용해시켜 총량 2l이 되도록 한 합성액이다.

그리고 이들 2 종류의 시료액을 Table 2.3-1와 같이 미끼지지체와 혼합하여 1알의 무게가 1g인 정제형태의 인공미끼를 만들었으며, 제조된 인공미끼는 편의상 추출액 인공미끼(extract artificial bait, EAB)와 합성액 인공미끼(chemicals artificial bait, CAB)로 구분하였다(Photo. 2.3-1).

그런데 인공미끼의 제조시 흡착제로서 SiO_2 를 사용하고 결합제로서 lactose와 sucrose를 사용하였으며 피막제로서는 HPMC-P(Hydroxy propyl methyl cellulose - phthalate)를 사용하여 유인물질이 수중에서 4시간 동안 서서히 용해될 수 있도록 조제하였다. 이 때 용해속도에 가장 큰 영향을 미치는 것은 피막제로 사용된 HPMC-P의 양이라고 판단되어 그 배합비율을 전체량의 약 30%로 하였다.

현장실험에서 이 인공미끼는 천연미끼에 비해 붕장어의 어획효율이 상당히 낮게 나타났고, 또 미끼의 제조방법도 제약공정과 같은 특수 공정을 거쳐야 하며 제조 비용도 상당히 높은 문제점이 있어 다른 인공미끼의 제조방법을 모색하게 되었다.

Table 2.3-1. Preparation of tablet type artificial baits

Source	Materials
Attractants	Sardine Extracts
	Lys·HCl, 350; His·HCl·H ₂ O, 3,722; Arg·HCl, 165; Ala, 529; Gly, 208; Val, 217; Leu, 236; Ile, 125; Ser, 185; Thr, 175; Met, 137; Phe, 142; Tyr, 116; Pro, 148; Cys, 16; Tau, 818 (Total - 7,289mg/l)
Binder	SiO ₂ 2,000g, lactose 500g, sucrose 1,000g, HPMC-P* 1,050g

* HPMC-P : Hydroxy propyl methyl cellulose - phthalate.

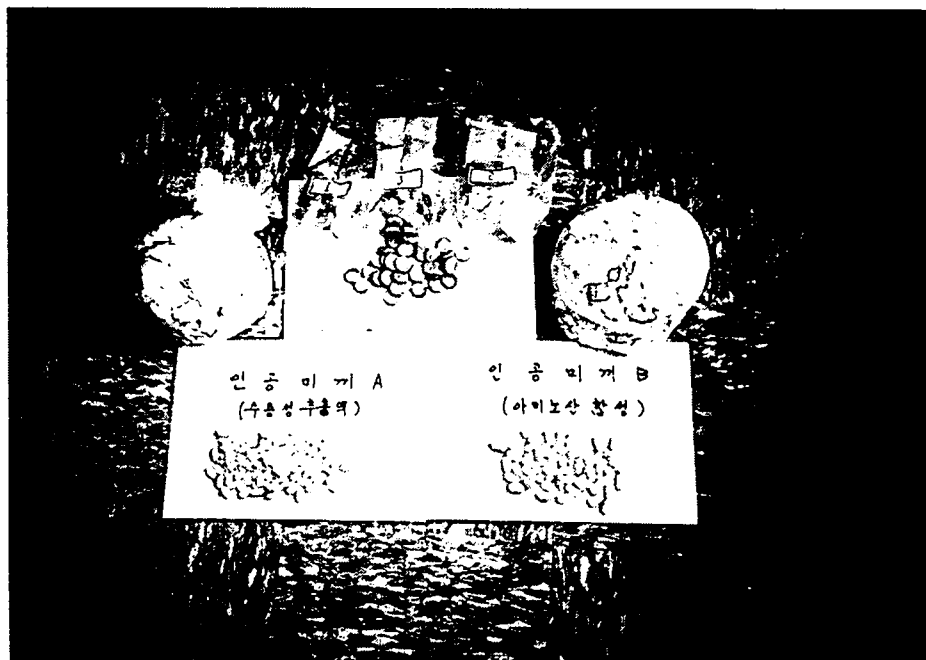


Photo. 2.3-1. An example of tableted artificial baits for experiment.

(2) 시작품(예 2)

곤약(Glucomannan) 1.0g, 생석회 0.03g, α -전분 0.5g, 멸치 혹은 참치 자숙액의 동결건조품 0.1g씩을 넣고 10ml의 증류수를 첨가하여 球 형태로 성형하고 실온에서 굳혀서 -20℃ 냉동고에 저장하였다.

여기에서 곤약은 식용의 겔화제의 일종으로 수분을 흡수하면 점도가 높은 콜로이드를 형성하며 석회수를 가하여 가열하면 응고해서 반투명의 탄력있는 덩어리가 된다. 그런데 곤약만으로는 성형이 어렵고 알파 전분을 소량첨가하면 쉽게 성형이 된다. 여기에 멸치 혹은 참치 자숙액 동결건조품 0.1g씩 첨가하고, 적절한 굳기의 인공미끼를 성형하기 위하여 증류수의 양을 10, 15, 20, 30ml로 변화시키면서 성형되는 강도를 관찰하였다. 그 결과 약 10ml의 수분 첨가가 가장 좋았다.

이렇게 제조한 미끼는 수조실험에서 뚜렷한 효과를 나타내지 못하였다. 그 이유는 아마도 유인활성물질의 용출농도가 낮기 때문일 것으로 생각되어 자숙액 동결건조품의 함량을 0.5g으로 높여서 다시 제조하여 유인활성실험을 하였다. 수조실험의 결과에서 봉장어는 멸치 추출액에는 미치지 못하는 못하였지만 상당한 유인활성을 나타내어 인공미끼로서의 이용 가능성을 나타내었다.

앞의 실험에서 인공미끼로부터 유인활성물질의 용출속도가 증가되도록 인공미끼를 개선할 필요성이 있었으므로 Table 2.3-2와 같이 인공미끼의 공극을 높여 용출속도를 증가시키기 위하여 조건을 달리하여 4가지 형태의 球형 인공미끼를 조제하여 용출실험 및 현장실험을 실시하였다. 곤약의 함량을 1.0, 2.0g으로 하고, 100℃에서 건조후 80 mesh로 마쇄한 황토와 카오린(kaoline)을 각각 2.0g씩 첨가하였다. 그리고 용출실험시 지표 색소로 이용하기 위하여 수용성 색소(Rhodamine-B)를 0.01g 첨가하였다.

球형태의 인공미끼는 현장실험에서 천연미끼에 비해 봉장어의 어획효율이 아주 낮았으나 계류의 어획효율은 상당히 높게 나타났다.

Table 2.3-2. Formulation of artificial bait binders

Ingredients	Type-I	Type-II	Type-III	Type-IV
Glucomannan(g)	2.0	2.0	1.0	1.0
CaO(g)	0.03	0.03	0.03	0.03
α -Starch(g)	0.2	0.2	0.2	0.2
Rhodamine-B(g)	0.01	0.01	0.01	0.01
Ocher(g)	2.0	-	2.0	-
Kaoline(g)	-	2.0	-	2.0
Distilled water(ml)	20	20	10	10

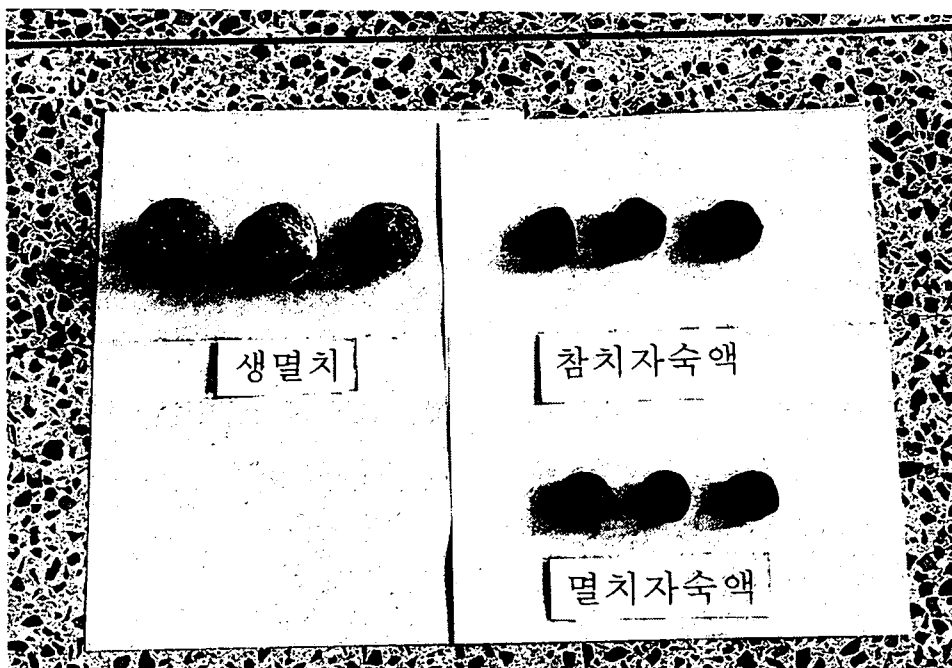


Photo. 2.3-2. An example of artificial baits in the shpere type.

(3) 시작품(예 3)

인공미끼 개발의 초기에 다양한 조건하에서 구(球) 형태로 제조한 인공미끼는 수조실험에서는 강한 반응을 나타내었으나, 현장실험에서는 어획성능이 아주 낮았고, 그 주된 원인이 유인물질의 용출농도와 깊은 관련이 있을 것으로 추정되었다. 그러므로 용출속도를 증가시키기 위해 미끼지지체의 종류 및 형태 등에 대하여 다양한 실험을 하였다.

많은 시행착오를 거친 결과 합리적인 인공미끼는 가는 국수 형태의 펠릿(pellet, crumb)으로 하는 것이 가장 바람직하다는 결론에 도달하였다. 다양한 조건하에서 여러 가지 형태의 인공미끼를 제조하고 용출실험과 현장어획실험을 거쳐 서언에서 언급한 '인공미끼 개발의 지표'에 합당한 인공미끼를 개발하였다.

인공미끼의 제조는 천연미끼 혹은 어패류 부산물을 유인물질원으로 적절한 지지체와 혼합하여 펠릿 형상으로 하였다. 즉 Table 2.3-3에 나타낸 바와 같이 ㉠항의 유인 원인물질군 중에서 한가지 이상을 초과 등으로 마쇄하거나 혹은 그대로, ㉡항의 미끼지지체군 중의 한가지 이상의 물질과 잘 혼합하여 반죽을 만들고 초과를 이용하여 ㉢항의 형태 및 방법으로 제조하여 습윤상태로 냉동보관하거나 건조시켜 실온/냉장 보관한다. 사용시에는 ㉠항에서와 같이 미끼통이나 특수 용출봉지를 이용하는 것이 바람직 하다.

그런데 ㉠항에서 멸치/고등어/정어리 등 천연 어류는 가능한 신선도가 좋은 것을 사용하되 물에 세척하지 않고 통채로 마쇄하는 것이 좋다. 그리고 어패류의 가공처리 부산물이나 자숙액 등은 변질되지 아니한 것을 고농도로 하여 사용하거나 진공 동결 건조시켜 사용할 수도 있다.

㉡항의 지지체군은 밀가루를 사용하여 제조하는 것이 실험실 수준의 제조에서는 가장 용이하였고 가격도 저렴하였으며 효과도 좋았다. 황토는 건조 분말을 제조하는데 많은 시간과 노력이 요구되었다.

Table 2.3-3. Formulation of artificial bait in pellet type

Sources	Materials / Methods
① Attractants	<ul style="list-style-type: none"> . Natural baits - anchovy/sardine etc. . Fish by-products - extracts/viscera . Other attractants - chemicals
② Binders	<ul style="list-style-type: none"> . Wheat flour, ocher, gellatine etc.
③ Methods/Type	<ul style="list-style-type: none"> . Type <ul style="list-style-type: none"> - Dry Pellet(dia. less than 4mm) - Moist Pellet(dia. less than 4mm) . Drying <ul style="list-style-type: none"> - Sun light, heater
④ Packing/Stocking	<ul style="list-style-type: none"> . Packing - bait box, paper/netting packing . Stocking - refrigerator/room temperature

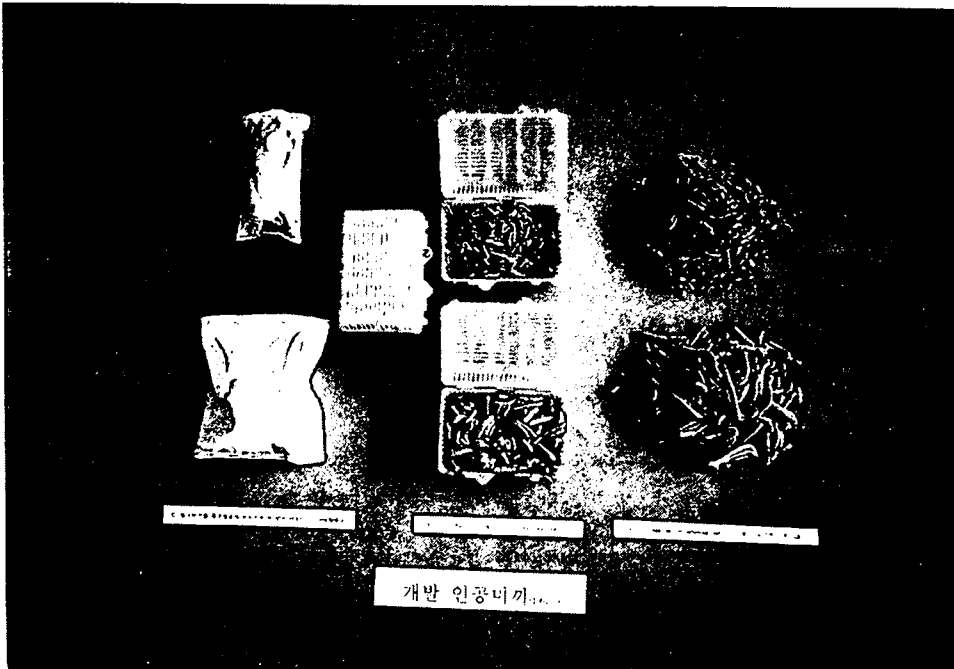


Photo. 2.3-3. An example of dry crumb or pelleted artificial baits.

그리고 곤약(혹은 만난), 젤라틴, 전분 등은 가격도 비교적 높다. 또 가격이 저렴한 공업용 곤약이나 젤라틴 등을 사용하여 보았으나 어획성적이 아주 낮게 나타났는데, 이것은 순도가 낮아 어개류가 기피하는 물질이 혼합되어 있을 가능성이 높은 것으로 생각된다.

㉑항과 ㉒항의 물질을 고르게 혼합하여 펠렛(2~4mm)이나 알갱이 형태(Photo 2.3-3)로 만들어 냉동보관한 후에 미끼로 사용할 수도 있으나, 건조시켜 미끼로 사용하는 것이 어획성능도 좋았고, 또 취급·보관도 용이하였다. 건조 인공미끼는 음건이나 천일건조한 것이 50℃에서 열풍건조한 것보다 봉장어의 어획효과가 좋았다. 그러나 계의 어획은 차이가 없었다.

㉓항에서는 미끼통을 이용할 수도 있으나 미끼통의 사용은 취급이 번거롭고 상당한 노동시간이 소요되며 또한 별도의 경비가 소요되는 단점이 있다. 이러한 단점은 특수봉지를 사용함으로써 해소될 수 있을 것으로 생각된다. 미끼의 제조과정에서 적정량을 포장하여 보관하며 또 어획물 회수시 인공미끼는 봉지 채로 바다에 버리거나 혹은 분리수거하여 천연비료 등으로 재활용할 수도 있을 것으로 생각된다.

그물이나 특수용지에 의한 포장(Photo. 2.3-3, 5)은 1회의 어획실험에서 멸치보다 효과가 낮은 것으로 나타났으나 충분히 더 검토되어야 할 것으로 생각된다. 그런데 실험에서 사용한 포장지는 중량이 19 m/m²이며 기공도는 3200cc인 것으로 국내에서 저렴하게 생산되고 있으며 물속에서 충분한 강도를 가지는 것으로 확인되었다.

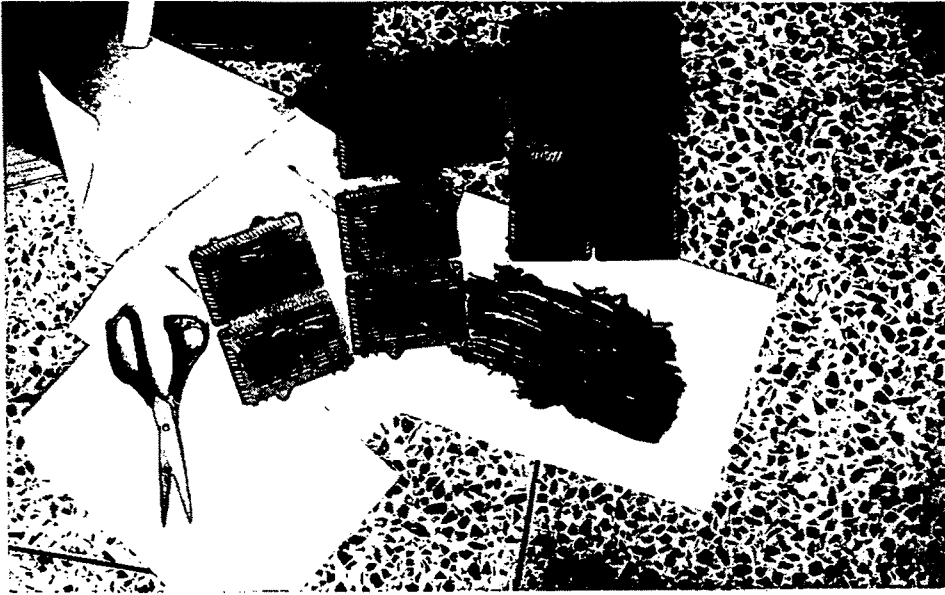


Photo. 2.3-4. Moist pelleted artificial baits.

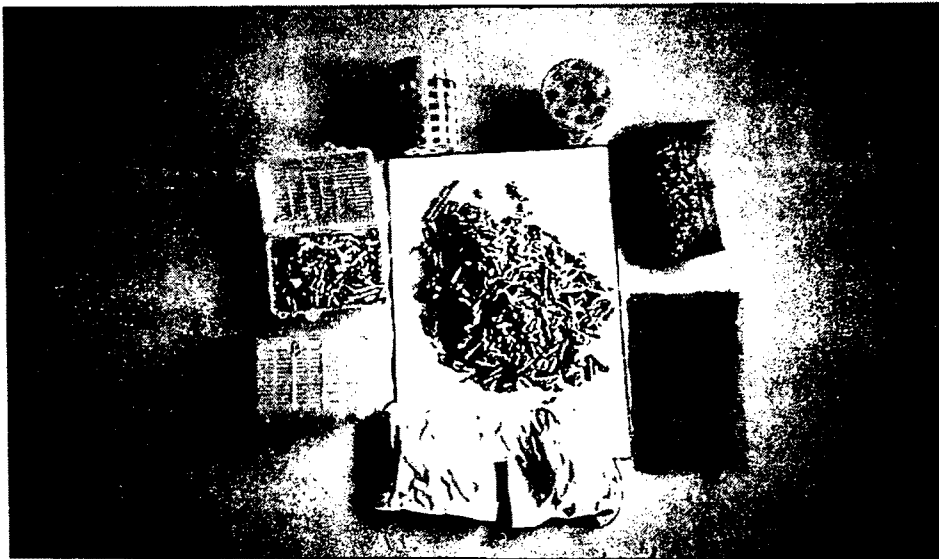


Photo. 2.3-5. Dry pelleted artificial baits and two kinds of bait-boxes, paper, or fine netting packing.

나. 미끼의 용출속도

① 효과적인 인공미끼의 제조를 위해서는 미끼로부터 물속에 용출되는 유인물질의 용출속도를 어획효율이 최대가 되도록 조절할 필요가 있다. 그러나 확실한 유인물질이 분명하지 않으며 또 용출속도와 대상어족의 유인 반응과의 관계가 명확하지 않다.

그러므로 본 연구에서는 Løkkeborg(1990)을 방법을 원용하여 용출속도를 측정할 인공미끼에 적색의 지표 색소(Rhodamine-B, 560nm)를 첨가하고 이 파장에서의 흡광도를 분광광도계(Shimadzu UV-160A, Tokyo, Japan)로써 측정하고 이를 용출속도 실험의 판단자료로 이용하였다.

球형태 인공미끼에 대한 용출실험은 Table 2.3-2와 같이 제조한 4가지 형태의 인공미끼에 대하여 지표 색소의 피크 파장인 560nm의 흡광도의 변화를 측정하였다.

4종의 인공미끼를 1000ml의 증류수가 담겨진 비이커에 넣고서 1시간마다 용출액 10ml씩 분취하여 UV-분광광도계로 560nm에서 흡광도를 측정하였다. 5시간 동안 용출되어지는 색소의 함량을 용출량에 대한 1시간 후의 비로 계산하여 Table 2.3-4에 나타내었다. I형의 경우 추출 1시간 후에는 6.12%가 용출되었고, II형, III형, IV형의 경우 각각 5.76, 8.61, 5.97%가 용출되었다. Kaoline의 첨가는 그 함량을 증가시켜도 색소의 용출속도에는 크게 영향을 미치지 않았으나(5.76, 5.97%), 황토의 첨가는 용출속도의 증가를 가져와 6.12%에서 8.61%로 증가하는 경향이였다. 그 이후 시간의 증가에 따라 용출속도가 점차 감소하다가 5시간 후에는 I형, II형, IV형은 각각 0.49, 0.62, 0.43% 증가하였으나, III형은 1.08% 증가하여 황토의 첨가가 공극을 높혀 색소의 용출을 쉽게하는 것으로 나타났다.

Table 2.3-4. Releasing rate of dye(560nm) mixed with sphere type, large than 20mm, artificial bait. The value is a percentage of the value measured at 0 hr of exposure.

(unit : %)

Type	Exposure time(hours)				
	1	2	3	4	5
Type-I	6.12	1.70	1.27	1.04	0.49
Type-II	5.76	1.23	0.81	0.78	0.62
Type-III	8.61	2.75	2.26	2.09	1.08
Type-IV	5.97	1.26	1.02	0.77	0.43

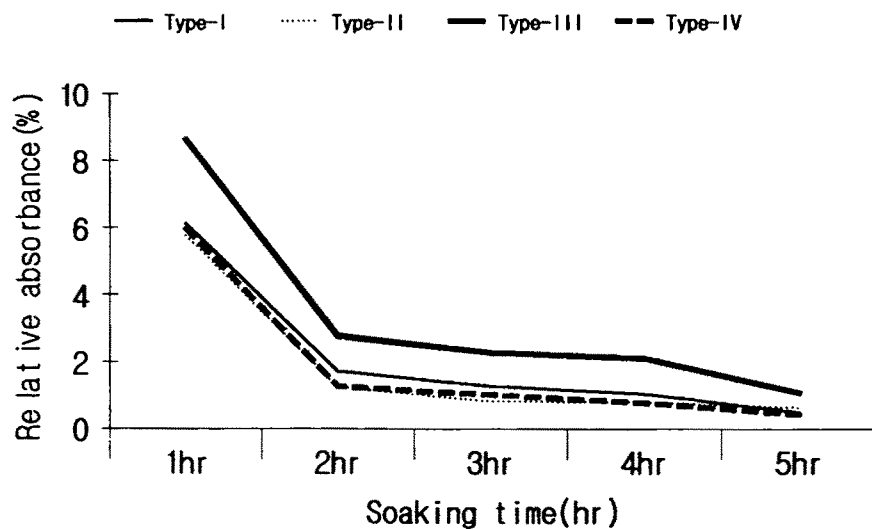


Fig. 2.3-1. Releasing rate of dye(560nm) mixed with sphere type artificial baits.

② 다음으로 밀가루에 적색색소와 증류수를 첨가하여 동일 중량의 밀가루 반죽으로 직경 20mm의 球형, 평면형, 4mm의 펠렛(국수형태)형, 2mm의 펠렛형 등 4종류로 만들어 용출속도를 비교하였다. 4종의 인공미끼를 1000ml의 증류수가 담겨진 비이커에 넣고서 1시간마다 용출액 10ml씩 분취하여 분광광도계로 560nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 Table 2.3-5와 같다.

Table 2.3-5. Releasing rate of various type made of wheat flour and dye(Rhodamine-B, 560nm)

Time(min.)	Sphere(20mm)	Plate	Pellet(4mm)	Pellet(2mm)
10	0.013	0.033	0.031	0.051
30	0.014	0.033	0.038	0.060
80	0.022	0.045	0.054	0.083
140	0.023	0.049	0.054	0.083
300	0.023	0.062	0.064	0.101
480	0.023	0.063	0.065	0.103

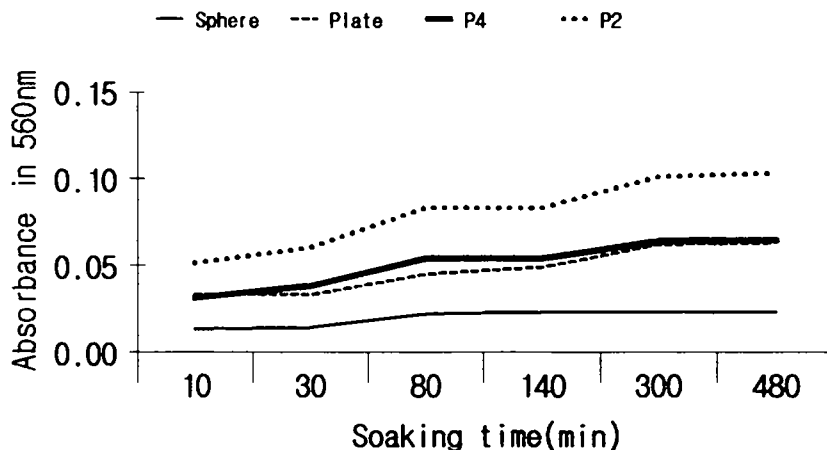


Fig. 2.3-2. Releasing rate of various type, sphere, plate, pellet(4mm), and pellet(2mm) with red dye absorbance.

③ 앞의 용출실험에서 용출소도가 가장 빠른 것은 펠렛(2mm)형상이었다. 그러므로 인공미끼의 형상은 펠렛으로 하는 것이 가장 바람직할 것으로 생각된다. 그러나 실험실에서 2mm의 펠렛을 제작하기는 불편하므로 4mm 펠렛형상의 인공미끼를 제작하여 현장 어획실험을 한 결과 봉장어의 어획효율이 상당히 좋은 것으로 나타났다.

이렇게 제작된 인공미끼와 멸치의 용출속도를 비교하였다. 실험방법은 멸치와 인공미끼 30g씩을 미끼통에 넣은 상태로 2톤의 해수 수조속에 담가 두고 매시간별로 끄집어 내어 700ml의 해수에 10분간 담가 용출시켜 시료를 취하고 다시 50분간 2톤의 수조에 담가 두는 방법을 반복하였다. 700ml의 시료에서 다시 10ml 취하여 분광광도계로 250nm의 흡광도를 측정하였다. 각시료는 4회 반복하였으며 측정시의 수온은 26℃였다.

천연미끼와 인공미끼는 200~400nm의 분광 스펙트럼에서 250nm 부근에서 흡광도의 피크가 나타났다(Fig. 2.3-3). 그런데 천연미끼로부터 물속에 용출되는 물질은 대체적으로 저분자량의 대사산물로서 아미노산, 4가 암모니움 복합물, 핵산관련물질, 유기산 등이며 이들 물질 중에서 특히 핵산관련물질과 3종의 방향성 아미노산 (Phe, Try, Tyr) 및 His은 자외선 파장대(230~300nm)의 빛을 흡수한다는 것이 밝혀져 있고(Cantor and Schimmel, 1980), 또 이러한 물질 중 상당한 종류가 어류나 갑각류 등의 유인물질이라는 것이 밝혀져 있다 (Sutterlin, 1975; Atema, 1977; Adron and Mackie, 1978 a, b; Mackie and Adron, 1978; Cantor and Schimmel, 1980; Carr and Thompson, 1983; Carr and Derby, 1986).

측정결과는 Table 2.3-6 및 Fig. 2.3-4와 같이 초기에는 멸치의 용출속도가 마른 펠렛보다 조금 빨랐으나 1시간 이후부터는 조금 느려졌다. 최소자승법에 의한 인공미끼와 천연미끼의 용출방정식은 각각

$$Y = 1.39 \times \epsilon^{(-0.87 \times X)}; Y = 1.53 \times \epsilon^{(-0.42 \times X)}$$

이었으며, 상관계수는 각각 -0.896 및 -0.895였다.

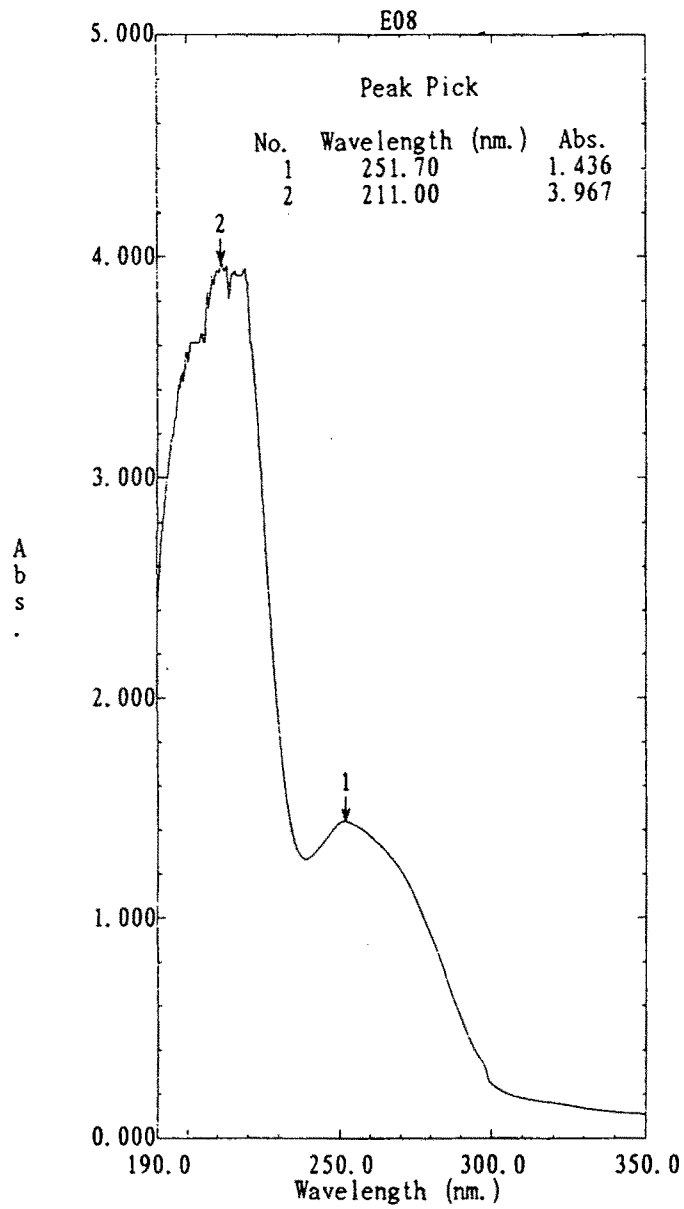


Fig. 2.3-3. Spectrum of anchovy extract from 200 to 350nm

Table 2.3-6. Releasing rate of attractants of artificial bait(dry pellet type) and natural bait(anchovy) with absorbance in the 250 nm

Time (hr.)	Artificial bait		Anchovy	
	Mean	STD	Mean	STD
1	1.50	0.045	1.82	0.304
2	0.65	0.053	0.51	0.058
3	0.45	0.07	0.39	0.023
4	0.42	0.08	0.35	0.01
5	0.38	0.074	0.28	0.006
6	0.17	0.015	0.21	0.036

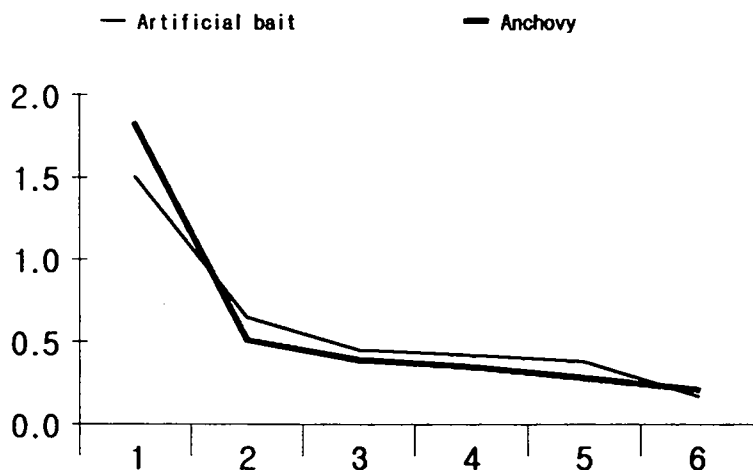


Fig. 2.3-4. Releasing rate of artificial bait(dry pellet) and anchovy.

④ 그리고 같은 펠릿형태의 인공미끼를 건조한 것과 습윤한 것의 용출속도 비교에서는 건조한 것 빠른 것으로 나타났다.

⑤ 또한 건조 펠릿형 인공미끼를 미끼통, 종이포장, 모기망 포장의 3종류의 용출속도를 비교한 결과 미끼통에 넣은 것이 조금 빠르게 나타났으나 3종류 모두 거의 차이가 없었다.

다. 어획실험

현장 어획실험은 주로 통영부근의 해역에서 통발어선을 차용하여 실시되었다. 어구는 Photo. 2.3-6에 니티넨 바와 같이 재래식 플라스틱통발, PVC파이프 통발, 그리고 그물통발의 3가지 중에서 한가지를 사용하였다. 통발의 선택과 어구의 구성은 차용 선박에 설치되어 있는 것을 그대로 사용하였다. 통영부근의 통발어선의 어구구성은 유사하다. 예비실험에서 이들 3종류의 어획성능은 거의 차이가 없었다. 1회의 어획실험시에는 한가지 통발만을 사용하였으며 미끼는 무작위로 배치하였다. 그리고 어획의 결과는 어획을 보인 통발수와 어획 마리수를 나타내었다. 대부분의 어류는 단과상으로 분포함으로써 한 통발에서 많은 개체수가 어획될 수 있기 때문이다.

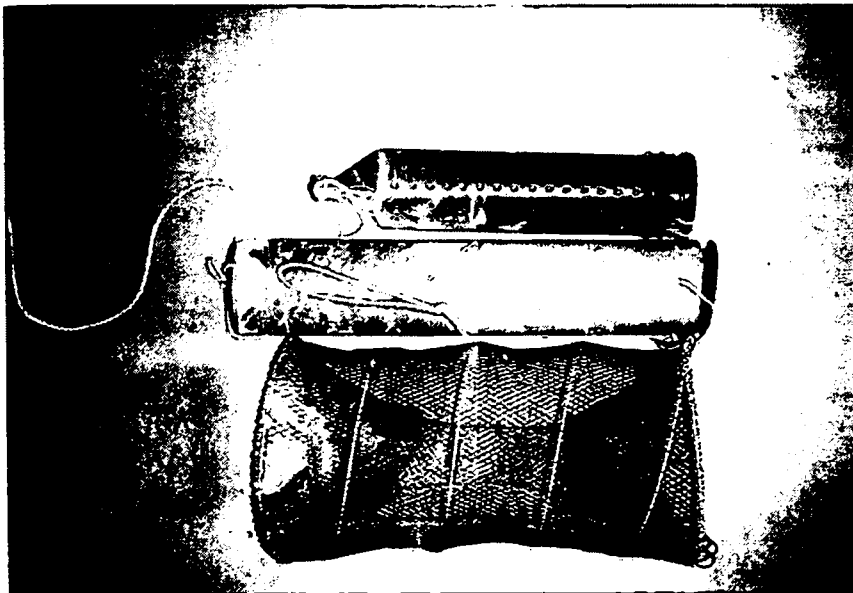


Photo. 2.3-6. Three kinds of traps used in the experiment.

① Table 2.3-2와 유사한 조건하에서 20mm 이상의 球형으로 제조된 인공 미끼를 현장 어획실험을 실시하였다. 실험에서는 붕장어와 민꽃게 및 불가사리가 대부분이었고 그 결과는 Table 2.3-7과 같다. 모든 구형의 인공미끼는 붕장어의 어획효율이 아주 낮게 나타났으나 게의 어획효율은 비교적 높게 나타났다.

수조에서는 강한 유인성이 확인되었으나 현장실험에서 어획효율이 이렇게 낮게 나타나는 주된 이유는 현장에서 인공미끼로부터 용출되는 유인활성물질의 낮기 때문일 것으로 추정된다.

Table 2.3-7. Fishing trials of the sphere type artificial baits

Baits*	Trap No.	Conger eel		Crab		Starfish	
		trap	indiv.	trap	indiv.	trap	indiv.
Anchovy, 50g	14	7	13	5	5	11	132
A. bait (1)	14	1	1	3	3	11	72
Empty	12	1	1	0	0	10	60
Anchovy, 50g	50	20	29	4	4	2	6
A. bait (2)	40	2	2	3	4	9	13
Empty	50	0	0	1	1	3	3
Anchovy, 50g	50	28	45	34	68	5	8
A. bait(Type-I)	50	2	2	21	22	4	7
A. bait(Type-II)	50	1	1	15	19	5	10
A. bait(Type-III)	50	1	1	17	25	2	7
A. bait(Type-IV)	50	1	1	14	20	3	8

* A. bait (1), A. bait (2), A. bait (Type-I, II, III, IV) : various artificial baits in sphere type.

② 천연미끼로 멸치 50g과 천연미끼 50g에 상당하는 펠렛형의 인공미끼 (Table 2.3-3) 8종을 제조하여 9종을 각각 미끼통에 넣어 어획실험을 하였다. 18시부터 21시까지 3시간 동안 침적한 그물통발에 어획을 보인 통발수와 개체 수는 Table 2.3-8와 같다. 봉장어는 멸치로 만든 펠렛 중에서 천일 건조한 것 의 어획율이 가장 높게 나타났으나 χ^2 검정에서 생멸치와 차이가 있다고 단 정하기는 어려웠다. 게의 경우에는 대부분의 인공미끼가 높은 어획율을 보였 으며 특히 자숙액으로 제조한 인공미끼도 반응이 좋았다.

Table 2.3-8. Fishing trial of pelleted artificial baits

Baits*	Trap No.	Conger eel		Crab		Hag fish		Starfish	
		trap	indiv.	trap	indiv.	trap	indiv.	trap	indiv.
Anchovy, 50g	20	9	15	5	6	1	1	2	2
A. bait (1)	20	7	11	8	10			3	3
A. bait (2)	20	10	11	4	5	2	2	3	3
A. bait (3)	20	5	6	10	11			2	5
A. bait (4)	20	11	20	10	13	1	1	3	6
A. bait (5)	20	3	3	9	11			1	2
A. bait (6)	20	3	3	12	14	2	2	5	7
A. bait (7)	20	1	1	7	10			2	2
A. bait (8)	20	2	2	3	3	1	1	4	5

- * A. bait (1) : anchovy(50g) mixed with flour into moist pellet;
 A. bait (2) : anchovy(50g) mixed with flour and ocher into moist pellet;
 A. bait (3) : anchovy(50g) mixed with flour and gellatin into moist pellet;
 A. bait (4) : anchovy(50g) mixed with flour into dry pellet;
 A. bait (5) : frozen-dry of anchovy boiled extract mixed with flour, pellet;
 A. bait (6) : frozen-dry of tuna boiled extract mixed with flour, pellet;
 A. bait (7) : boiled extract of anchovy mixed with flour, pellet;
 A. bait (8) : boiled anchovy mixed with flour, pellet.

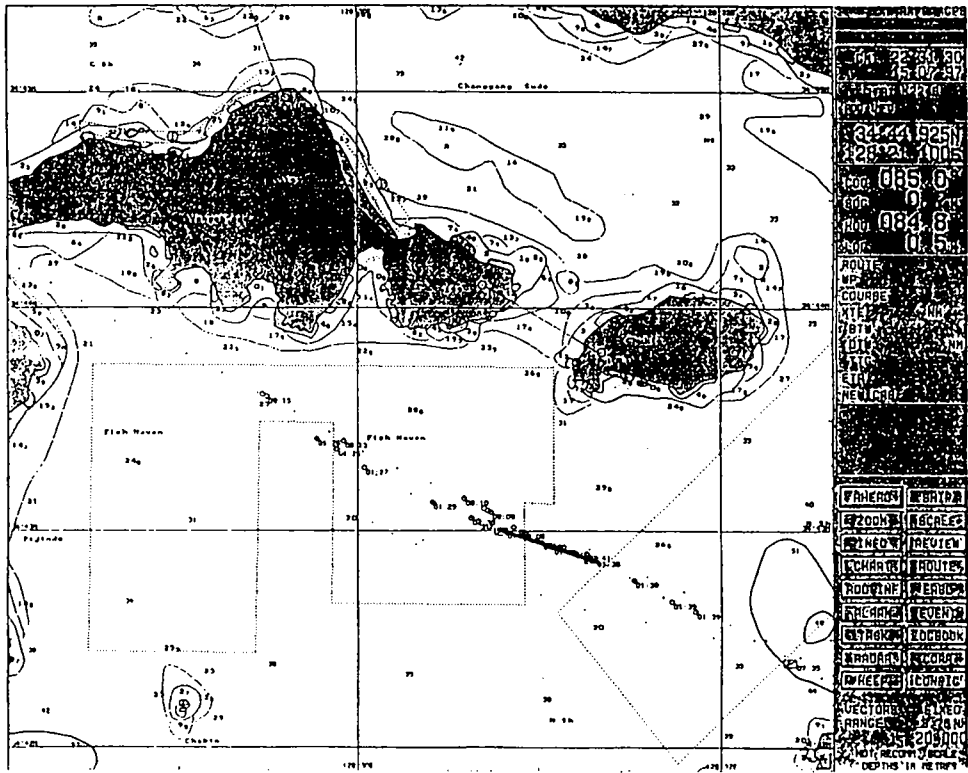


Fig. 2.3-5. Site of fishing trial for pelleted artificial baits.

③ 앞의 실험에서 붕장어의 어획율이 건조한 미끼에서 높게 나타났으므로 인공미끼를 음건, 천일건조, 혹은 열풍기로 건조시키고 또 미끼의 중량을 달리 하여 19시부터 23시까지 4시간 동안에 어획실험을 하여 Table 2.3-9의 결과를 얻었다. 이 어장에서는 전반적으로 붕장어의 어획이 저조하였으나 생멸치의 중량이 50g일 경우와 멸치의 천일건조 펠렛의 어획율이 가장 높았고 고등어 열풍건조 펠렛의 어획율도 높았다. 그러나 게의 경우에는 모든 미끼에서 유사한 어획율을 보였다.

Table 2.3-9. Fishing trial of dry pelleted artificial baits

Baits*	Trap No.	Conger eel		Crab	
		trap	indiv.	trap	indiv.
Anchovy, 50g	20	5	7	7	11
Anchovy, 30g	20	3	4	8	9
Anchovy, 15g	20	2	2	6	6
A. bait (1)	20	3	3	5	5
A. bait (2)	20	1	1	6	7
A. bait (3)	20	1	1	3	3
A. bait (4)	20	5	8	6	7
A. bait (5)	20	0	0	7	7
A. bait (6)	20	5	5	9	10
A. bait (7)	20	2	2	5	6
A. bait (8)	20	1	1	8	9

- * A. bait (1) : anchovy mixed with flour into dry pellet at 50°C, 50g;
 A. bait (2) : anchovy mixed with flour into dry pellet at 50°C, 30g;
 A. bait (3) : anchovy mixed with flour into dry pellet at 50°C, 15g;
 A. bait (4) : anchovy mixed with flour into dry pellet at 25°C, 30g;
 A. bait (5) : sardine mixed with flour into dry pellet at 50°C, 30g;
 A. bait (6) : mackerel mixed with flour into dry pellet at 50°C, 30g;
 A. bait (7) : frozen-dry of anchovy boiled extract, dry pellet at 50°C;
 A. bait (8) : frozen-dry of tuna boiled extract, dry pellet at 50°C.

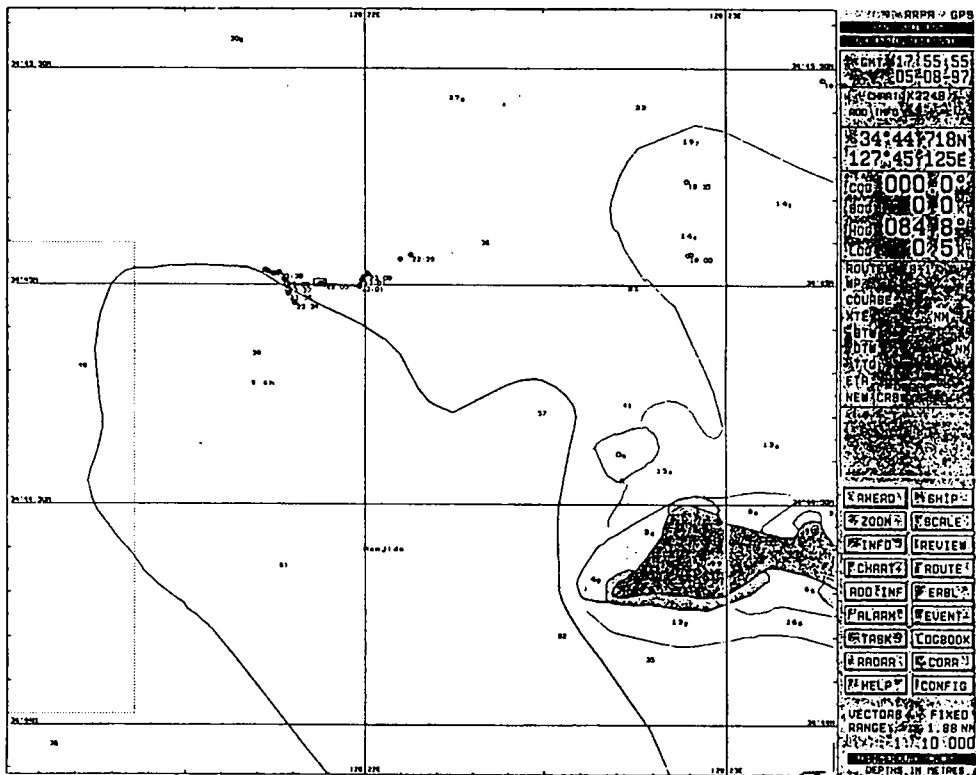


Fig. 2.3-6. Site of fishing trial for dry pelleted artificial baits.

④ 지금까지 가장 높은 붕장어의 어획율을 보인 멸치 건조 펠릿(멸치 30g 상당)과 생멸치 50g을 미끼통에 넣고 어획비교실험을 하였다. 이 실험은 대형 근해통발선을 이용하여 붕장어 채포용 플라스틱을 사용하였으며, 근해통발조합 임직원과 일부 선주들이 동승하여 시험조업을 참관하였다. 그러나 시험 조업은 작업 중에 문제가 발생하여 12시부터 13시까지 약 1시간 동안만 통발을 침적시킨 후에 회수하였다. 1시간 동안의 어획결과는 Table 2.3.-10과 같다.

이 실험에서는 50g의 생멸치와 30g의 생멸치로 제조한 인공미끼가 같은 어획효율을 보였다. 그런 이 실험에서는 통발의 침적시간이 1시간이었지만 실제의 현장 조업에서는 4~6시간이므로 어획결과가 다르게 나타날 가능성이 있지만, 1시간의 침적시간에서는 인공미끼의 어획효율이 천연미끼보다도 높다고 볼 수 있다. 그 이유는 인공미끼 제조과정에서 멸치는 마쇄되고 펠릿의 굵기가 4mm로 가늘고 또 건조과정에서 유인물질이 미끼의 표면 가까이 이동하여 물속에서 용출속도가 증가하기 때문일 것으로 유추된다.

Table 2.3-10. Fishing trial of most favorable artificial bait

Baits	Trap No.	Conger eel	
		trap	indiv.
Anchovy, 50g	100	23	30
Artificial bait*, 30g	100	24	30

* Minced anchovy mixed with wheat flour into dry pellet at 25°C.

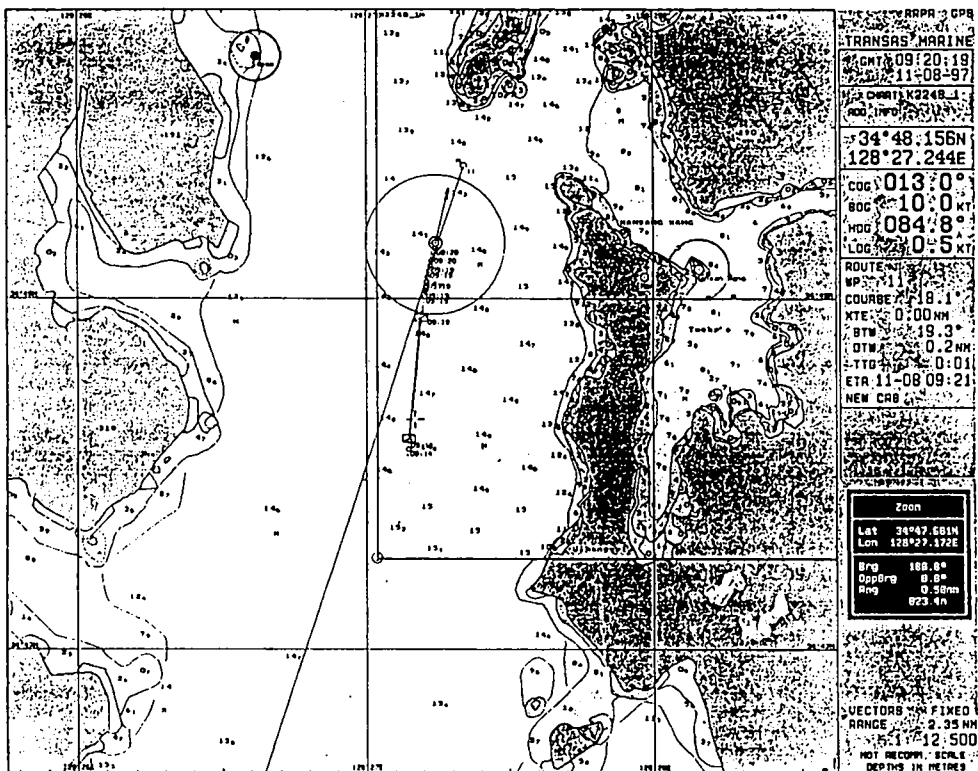


Fig. 2.3-7. Site of fishing trial for most favorable artificial bait.

⑤ 인공미끼의 포장효과에 대하여 어획실험을 하였다. 앞의 어획실험에서는 천연미끼를 플라스틱 미끼통에 넣어 사용하고 천연미끼인 멸치도 같은 미끼통에 넣어 사용하였다. 그러나 플라스틱 미끼통의 사용은 문제가 많으므로 그물(細網, 모기장 망)과 1회용 차봉지와 같은 용출성과 인장성이 좋은 포장지(Photo. 2.3.-5)를 사용하여 어획실험을 하였다.

이 실험에서 생멸치는 그대로 통발에 넣었고, 인공미끼는 세망 혹은 종이 포장지에 넣어 그물통발에 넣었으며 18시부터 익일 6시까지 12시간 침적하여 어획한 결과는 Table 2.3.-11과 같다. 이 어장에서 붕장어는 어획이 적었으나 민꽃게는 상당히 많았다. 이 실험의 결과에서는 앞의 실험과는 달리 인공미끼의 어획율이 아주 낮게 나타났다. 이 실험과 앞의 실험과의 차이는 생멸치를 그대로 사용한 것과 인공미끼를 포장한 것 및 12시간 동안의 침적 시킨 것 등이다. 인공미끼의 낮은 어획효율이 과연 어떤 원인에 기인하는 지는 분명하지 않다. 이점에 대해서는 앞으로 조사가 되어야 할 것이다.

Table 2.3-11. Fishing trial for comparing effect of artificial bait packing

Baits	Trap No.	Conger eel		Crab		Goby		Starfish	
		trap	indiv.	trap	indiv.	trap	indiv.	trap	indiv.
Anchovy, 50g	62	14	17	58	232	13	16	14	37
A. bait (1)	99	5	8	82	158	14	15	23	44
A. bait (2)	45	3	5	41	73	11	10	15	26

A. bait (1) : anchovy(30g) DP packed with porous paper;

A. bait (2) : anchovy(30g) DP packed with fine netting;

라. 수중관찰

비디오 카메라 혹은 특수 제작한 적외선 CCD 카메라로 통발속에 있는 미끼의 확산과 미끼에 대한 어류의 반응을 수중에서 관찰하였다.

통발은 재래식의 다공형 플라스틱 통발과 그물 통발 및 허리부분에 구멍이 없는 원통형 PVC 파이프 통발의 3가지를 사용하였다. 다만 파이프형 통발은 내부를 투시할 수 있도록 투명한 아크릴로 하였다. 확산상태를 쉽게 관찰하기 위하여 적색염료를 첨가한 미끼를 미끼통에 넣어 통발의 중앙에 매달았다.

통발이 해저로 내려가는 과정에서 많은 양의 염료가 확산되었으나 바닥에 닿은 후에는 거의 정체되어 직경 약 50cm의 타원형의 염료운을 형성하였다. 염료는 그물통발과 플라스틱 통발에서는 대부분이 미끼를 중심으로 하여 거의 동심원상으로 비교적 빠른 속도로 확산되었으며, 특히 어류가 미끼를 물어 뜯을 때 많은 양이 주변으로 확산되었다. 그러나 파이프형 통발에서는 미끼에서 용출된 염료운이 통발내에 정체되어 있다가 느린 속도로 양 입구를 통하여 밖으로 확산되었다.

수중관찰을 하는 동안에 통발 주위에는 베도라치, 소형의 복어, 게 등이 관찰되었는데, 이들 어류의 대부분은 통발이 해저에 착지한 후 30분 이후부터 반응을 보이기 시작하였고 30분에서 1시간 사이에 가장 반응이 강했다.

염료의 용출속도는 통발의 부설 초기에 빠르고 시간이 경과함에 따라 점차 느려졌으며, 이 현상은 그물 통발과 플라스틱 통발에서 현저하였다. 그러므로 어획성능은 통발을 부설한 직후가 용출속도가 빠르므로 가장 좋으리라 생각되었지만, 통발을 내린 30분 이내에 반응한 어류는 거의 없었던 점으로 미루어 보면 미끼의 확산과 어류의 반응은 그렇게 단순하지는 않은 것 같다. 관련하여 어획 초기에 신선한 천연미끼에서 용출되는 유인물질의 농도가 높은 것은 어획성능을 높이는 데 그렇게 중요하지 않다는 보고도 있다(Lokkeborg, 1989; Lokkeborg et al., 1989; Lokkeborg and Johannesseh, 1992).

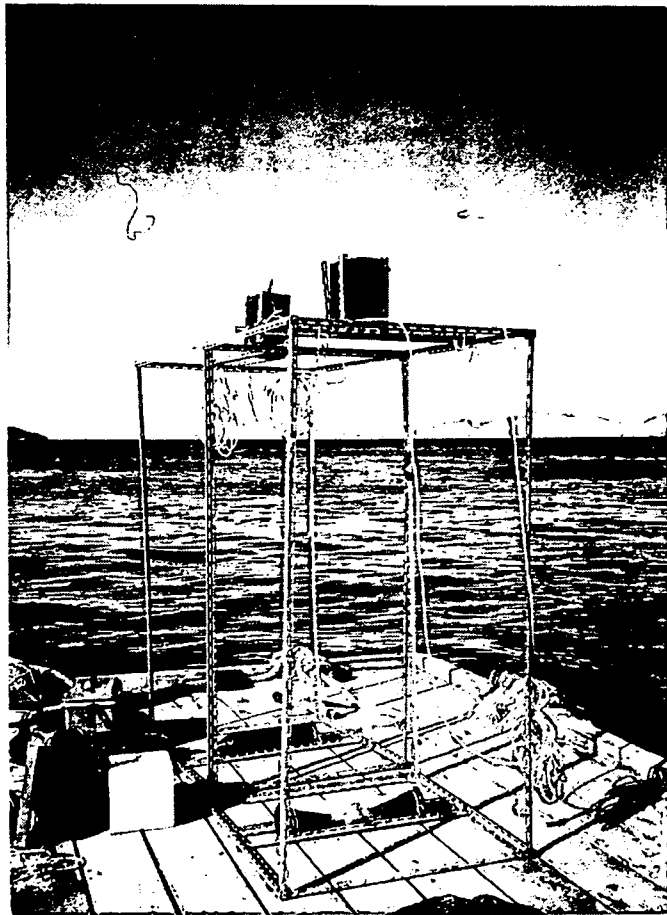


Photo. 2.3-7. Underwater observation equipment using video or special CCD camera for trap fishing mechanism.

3. 결론 및 고찰

(1) 붕장어의 인공미끼(sea-bait) 제조

여러 종류의 인공미끼를 제조하여 현장 어획시험을 한 결과 붕장어의 어획율이 가장 좋은 인공미끼는 마쇄한 멸치나 고등어에 밀가루를 반죽하여 펠렛으로 만들고 천일건조 혹은 음건시킨 인공미끼였다. 이 미끼를 편리상 sea-bait (sea eel artificial bait, 바다장어용 인공미끼)라고 하였다.

Sea-bait의 어획성적이 우수한 이유는 유인물질이 함유되어 있는 어육을 마쇄하므로써 어육을 통채로 사용하는 천연미끼보다 물속에서 유인물질의 방출이 용이하였고, 인공미끼의 형태를 펠렛 혹은 알갱이로 하여 표면적이 증가되었으며, 또한 건조 과정에서 내부에 있던 유인물질이 표면부근으로 이동하여 유인물질의 용출이 용이하게 되었기 때문일 것으로 추정된다. 그리고 50℃에서 열풍건조시킨 인공미끼의 어획효율이 낮았던 것은 열풍과정에서 유인물질의 일부가 변질되었을 가능성이 있는 것으로 추정된다.

Sea-bait는 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- ① 붕장어의 어획효율은 천연미끼인 멸치와 유사한 수준이었다.
- ② 실험실단계의 제조단가는 천연미끼 단가와 유사한 수준이었다.
- ③ 건조미끼이므로 쿨급·저장이 용이하고, 저장비용이 절감된다.
- ④ 재료 구입과 제조방법이 아주 용이하다.

⑤ 방부제 등의 식품유해물질이 사용되지 않는다. 그리고 제조공정에서 멸치나 정어리 혹은 고등어 등 어류를 사용할 경우에 가능한 세척하지 않고 또 내장을 포함한 전 어체를 통채로 마쇄하여 사용하므로 부산물이 발생되지 않는다. 또한 천일 건조, 음건 혹은 저온의 열풍 건조 과정에서 악취등이 거의 발생하지 않는다. 사용 후의 미끼는 바다에 투기할 경우에 해저에서 다른 생물의 먹이가 되거나 자연분해될 것이며, 분리수거하여 천연비료 등으로 재활용할 수도 있을 것으로 생각된다.

Table 2.3-12. Specifications of natural bait(anchovy) and artificial bait(sea-bait)

Item	Anchovy	Artificial bait(sea-bait*)
① Efficiency(%)	100	100~130
② Cost(%)	100	90~100
③ Stocking	frozen(-30℃)	dry(room temp./refrigerator)
④ Method	none	easy(As Table 2.3-3)
⑤ Pollution	very low	very low
Cost balance	1) 미끼가격 - 15,000원/12Kg상자 2) 사용통발수 - 250개/상자 - 48g/통발 3) 통발당 미끼 가격 - 15,000원/250개 =60원/개 * 냉동보관료는 미계상	1) 재료비 - 멸치 15,000원/12Kg상자 - 밀가루 5,000원/15Kg 2) 400개의 통발용 미끼 제조 (멸치 12Kg, 밀가루 15Kg) 3) 통발당 재료비 20,000원/400개 = 50원 * 제조비(전기료, 기기비, 포장비, 인건비 등)은 미계상

* Sea-bait : Sea eel artificial bait which was made of minced anchovy mixed with wheat flour into dry pellet type under the sun light.

(2) 어패류 부산물의 미끼에의 활용

통발미끼의 공급과 가격에 안정을 도모하기 위해서는 냉동멸치 혹은 정어리로 한정되어 있는 천연미끼에 대체될 수 있는 다양한 미끼 자원을 개발할 필요가 있다. 그 응용의 한가지로 천연의 유인물질을 함유하고 있는 다양한 어패류 가공 부산물을 적극적으로 활용하는 방안을 생각해 볼 수 있다.

특히 멸치(권현망, 정치망)를 삶은 후에 발생하는 다량의 자숙액이나, 참치 가공시에 발생하는 자숙액, 혹은 어패류의 가공 폐기물(창자, 머리 등) 등은 어획실험에서 봉장어의 어획효율은 낮았지만 게 등의 어획효율은 상당히 높게 나타나는 경우가 많았다. 그러므로 멸치와 참치 자숙액을 인공미끼의 소재로 활용하는 방안을 검토하였다.

그런데 이들 자숙액은 부피가 많고, 상온에서 빠르게 변패되므로 취급과 보관이 아주 어려우며 유인물질의 농도가 낮다. 그러므로 이들을 인공미끼의 소재로 활용하기 위해서는 농축할 필요가 있었다. 여기에서는 농축과 취급 및 장기 보관 등을 고려하여 자숙액을 진공동결건조하여 사용하였다. 동결건조물은 농축과 취급 및 보관 등이 아주 좋았으나 동결건조 비용이 1톤당 약 200만원 정도 소요되는 문제점이 있었다. 그러므로 현재의 수준에서 진공 동결건조물을 인공미끼에 직접 활용하는 것은 문제가 있으나 장래에는 제조기술이 향상되어 그 가격이 낮아질 것으로 예상된다.

또한 어패류 부산물에서 발생하는 악취와 수질오염은 앞으로 점점 더 심각한 사회문제화 될 것으로 예상되므로, 부산물의 발생과정에서 미끼로 재활용하는 공정을 도입하고, 또 환경보전 경비를 감안하면 인공미끼의 단가를 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

(3) 인공미끼의 포장

펠릿 형태의 인공미끼를 통발에서 사용하기 위해서는 포장을 하여야 한다. 포장방법은 여러 가지를 상정할 수 있겠지만 본 연구에서는 주로 계통발 등에서 사용되고 있는 플라스틱 미끼통을 사용하였다. 즉 천연미끼와 인공미끼를 같은 종류의 미끼통에 넣어 어획효율을 비교하였다. 그러나 플라스틱 미끼통의 사용은 미끼 준비과정과 어획물 회수시 상당한 부가 노동력이 소요되며 또한 미끼통 구입비용이 추가되는 결점이 있다.

다른 포장 방법으로 그물(細網)과 종이 팩의 활용을 검토하였다. 그물은 편리상 모기장 망으로 하고, 종이는 특수 종이 팩을 이용하였다. 그런데 두가지 포장재료는 용출실험에서 아주 유사한 특성을 나타내었으나, 그물포장은 환경측면에서 종이보다 못한 점이 있고, 또 그물은 포장과 취급 중에 건조미끼의 부서러기가 흘러나오므로 유인물질의 유실이 높은 단점이 있는 것으로 생각된다.

어획실험에서 두 종류의 포장을 한 인공미끼의 어획효율이 이전의 실험에 비해 아주 저조하였다(Table 2.3.-11). 그 이유는 아마도 본 실험에서는 생멸치를 미끼통에 넣지 않고 그대로 통발에 넣었고 또 통발의 침적시간을 12시간으로 하였기 때문일 것으로 판단된다.

수조실험이나 수중관찰에서 봉장어나 계등이 미끼를 씹을 때에 많은 유인물질이 확산되었던 점으로 미루어 보면, 생멸치를 그대로 넣은 것은 포장한 것보다 어획효율을 높이는 효과를 나타낼 수도 있을 것으로 생각된다. 그러나 반대로 미끼의 양은 먹은 만큼 감소되므로 어획효율이 감소될 가능성도 있다. 이 양면성 중 어느 것이 더 중요한 역할을 하는 지는 분명하지 않다.

그리고 통발에 포획된 봉장어 등은 상당히 도피하는 것으로 추정되며 토피성율은 통발속에서의 스트레스에 깊은 관련이 있을 것으로 생각된다.

그러므로 1회의 실험결과로 효과를 단정하기에는 부족하며, 포장에 대해서는 앞으로 충분한 시간을 가지고 더 검토되어야 할 것이다.

(4) 현장실험의 문제점

현장어획실험의 가장 어려운 점은 실험의 조건을 일정하게 하기 어렵고 실험의 결과를 분석하기 어렵다는 점이다. 특히 통발실험에서는 어획종과 어호기량 등이 어장, 통발의 종류, 미끼의 종류, 미끼의 양, 혹은 통발의 침적시간 등에 따라 변동이 심한 특성을 가지고 있다. 그리고 실험에서 이들 조건을 모두 통제하는 일은 불가능에 가깝다.

또한 일반적으로 바다에 서식하는 생물의 분포 패턴은 단과상을 하는 것이 많고 포와송분포(Poisson distribution) 혹은 음의 이항분포(Negative binomial distribution)를 하는 것으로 알려져 있지만, 어장 및 어종에 따라 차이가 많다(Ludwig and Reynolds, 1988). 그러므로 여기에서 대상으로 하는 붕장어나 다른 생물의 분포 패턴이나 분포함수가 분명하지 않고 이로 인해 바른 통계적 분석을 적용하기 어렵다. 더구나 본 실험과 같은 어획실험의 바른 통계적 분석방법을 확립하지 못하였으므로, 어획을 보인 통발수와 총어획마리수를 파악하여 서로 비교하였고 때로는 χ^2 검정을 하여 판단의 기준으로 하였다.

제 3 장 결론

1. 연구의 목적 및 개발지표

본 연구의 목적은 현재 붕장어(*Conger myriaster*) 통발 어업에서 사용하고 있는 천연미끼(멸치 혹은 정어리)를 대체할 수 있는 인공미끼를 개발하는 데 있다.

통발어업에서 미끼대는 총 출어경비의 35%를 차지하고 있으나 미끼자원 생산의 불황으로 미끼의 공급과 가격이 불안정하여 어업경영에 큰 어려움을 겪고 있다. 그러므로 인공미끼의 개발은 통발 어업의 안정과 생산성 향상을 위하여 반드시 해결되어야 할 과제의 하나이다.

개발된 인공미끼가 어업현장에서 활용될 수 있도록 하기위해 다음과 같은 '인공미끼 개발의 지표'를 설정하였다.

- 인공미끼 개발의 지표 -

- ① 어획성능 : 천연미끼(멸치)와 유사한 수준일 것.
- ② 미끼가격 : 천연미끼와 유사한 수준일 것.
- ③ 취급·보관 : 가능한 상온에서 취급 및 보관이 가능할 것.
- ④ 재료·제조방법 : 구입 및 제조가 용이할 것.
- ⑤ 위생성 : 위생적이고, 식품안전성(방부제 등 사용금지) 유지.
- ⑥ 바이오염성 : 제조 및 사용시에 오염 최소화.

2. 연구내용

가. 실험어의 순치·사육

붕장어의 유인물질의 검색이나 인공미끼 개발의 전단계로 수조실험에 필요한 실험어(붕장어)의 장기 관리 사육 방안을 모색하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

① 실험어는 연안통발어선에서 포획하여 즉시 실험실로 운반한 시료가 가장 빠르게 순치되었다.

② 최적사육장치는 유수식 FRP 수조가 적합하였다.

③ 생사료가 가장 빠른 성장도를 나타냈으며, 2개월간의 장기 사육에도 영양 불균형에 의한 문제점은 발생하지 않았다.

④ 뱀장어용 성만 단독사료는 붕장어의 장기간 축양은 가능했으나, 성장도는 생사료에 비하여 저조하였다.

⑤ 배합사료를 사용할 때 과식시에는 다음날 먹이에 대한 반응도가 현저히 감소했으며, 절식 시에는 공식현상을 나타냈다.

⑥ 실험을 행하지 않을 경우 대부분의 붕장어는 수조 중앙에 놓여 있는 은신처에 머물고 있으며, 주위의 소음이나 물체의 움직임에 대해서는 거의 반응을 나타내지 않았다.

⑦ 실험어는 사육수에는 전혀 반응이 없었고 0.1g의 시료에도 충분히 강한 반응을 나타내었다. 또한 0.1g의 시료육을 1,000cc의 사육수에 1초간 담갔다 끄집어 낸 물에도 확실한 유인성을 보였다.

⑧ 수조실험은 대부분 링거병(500ml)을 사용하여 시료액을 수조내로 흘리면서 실험어의 반응을 육안으로 관찰하거나 혹은 캠코드로 녹화하여 분석하는 방법으로 하였다.

나. 유인물질의 특성

인공미끼를 개발하기 위한 전 단계로 천연미끼에 포함되어 있는 유인물질의 특성을 파악하기 위해 여러 가지 실험을 하였고 그 결과는 아래와 같다.

- ① 현장의 통발실험에서 적정한 천연미끼의 중량은 50g으로 나타났다.
- ② 20여종의 천연미끼에 대한 반응실험에서 멸치, 정어리 및 참갯지렁이의 유인 활성이 강한 것으로 나타났다.
- ③ 천연미끼를 자숙 혹은 변폐시킨 것에 대한 반응을 조사한 결과 자숙액은 유인성이 강한 것으로 나타났으나 변폐시킨 것은 아주 약하게 나타났다.
- ④ 소형의 민물메기, 송어, 게, 지렁이류 등의 살아있는 것에 대한 반응조사에서 살아있을 동안에는 유인성이 아주 약했으나, 이들이 죽었을 경우에는 즉시 먹이로 취하였다.
- ⑤ 천연미끼의 휘발성 혹은 냄새성분은 거의 유인성을 나타내지 않았다.
- ⑥ 천연미끼의 메탄을 추출액은 강한 유인성을 유지하였다.
- ⑦ 증류수 혹은 메탄을 추출액의 상등액은 강한 유인성을 나타내었으나 침전액은 유인성이 약했다.
- ⑧ 양이온 교환수지의 흡착성분은 유인성이 비교적 강했으나 증류수 추출액보다는 약했다.
- ⑨ 메탄을 추출액을 분자량 5,000이상, 5,000-500, 및 500미만의 3 그룹으로 분리하였을 경우에 분자량 5,000이상의 그룹은 유인성이 거의 없었고, 나머지 두 그룹은 아주 낮은 유인성을 나타내어 분리 과정에서 유인성이 약화되는 것으로 나타났다.
- ⑩ 추출액을 냉동하거나 진공동결건조하였을 경우에는 유인성이 유지되는 것으로 나타났다.
- ⑪ 23종의 아미노산과 20여종의 유기산 및 핵산관련물질의 표품으로 유인성을 조사하였으나 대부분 유인성이 없었고, gly, his 등 일부는 약한 유인을 보였다.

다. 인공미끼의 개발

천연미끼에 포함되어 있는 유인물질의 특성을 활용하여 냉동멸치나 정어리 등의 천연미끼를 대체할 수 있는 인공미끼를 개발하였다.

① 천연미끼의 추출액 혹은 아미노산 합성액을 유인물질로 하고 흡착제, 결합제 및 피막제로 정제형태의 인공미끼를 제조(Table 2.3-1)하여 어획실험을 하였으나 붕장어의 어획율이 낮았고 비끼비용도 높아 다른 방법을 모색하였다.

② 멸치육, 멸치 자숙액, 멸치 혹은 참치 자숙액의 진공동결 건조물을 유인물질로 하고 곤약, 황토, 전분 등을 지지체(Table 2.3-2)로 하여 직경 20mm 이상인 球형의 인공미끼를 제조하여 어획실험을 하였으나 붕장어의 어획율은 아주 낮았으나 계의 어획율은 상당히 높았다(Table 2.3-7).

③ 많은 시행착오를 거쳐 '인공미끼 개발의 지표'에 가장 합당한 인공미끼(Table 2.3-3)는 미끼의 용출속도 실험(Table 2.3-5, 6)과 어획실험(Table 2.3-8, 9, 10)을 거쳐 4mm 정도의 건조 펠렛(pellet)으로 하는 것이 가장 바람직하다는 결론에 도달하였다. 붕장어의 어획효율이 가장 좋은 인공미끼를 sea-bait라 하였으며 그 특성은 Table 2.3-12에 요약하였다.

④ 어패류 부산물의 미끼에의 활용 방안으로 멸치와 참치 자숙액을 진공동결건조시켜 펠렛형으로 제조한 인공미끼는 붕장어의 어획효율은 낮았으나 계 등의 어획효율은 천연미끼와 유사한 수준이었다.

⑤ 펠렛형 미끼의 포장 효과 실험으로 생멸치는 그대로 통발에 넣고, 인공미끼는 세망 혹은 종이 포장지에 넣어 그물통발에 넣어 12시간의 어획량을 조사한 결과, 인공미끼의 어획율이 멸치에 비해 상당히 낮았다(Table 2.3-11). 그 이유가 포장의 영향인지 통발의 장시간 침적효과 인지 현재로서는 분명하지 않다.

⑥ 비디오 혹은 특수 제작한 적외선 CCD 카메라로 통발속에 있는 미끼의 확산과 미끼에 대한 어류의 반응을 수중에서 관찰하였다.

3. 인공미끼의 개발에 대한 종합고찰

① 멸치 추출액으로부터 유인활성을 갖는 물질을 분획하기 위하여 유인물질의 특성을 여러 측면에서 검토하고 유인물질의 체계적인 분획을 시도하였으나, 인공미끼의 제조에 응용될 정도의 수준에 이르지 못하였다. 천연미끼 중의 유인활성은 물질의 분획과정에서 점점 약해져 분획을 계속할 수 없는 상황에 이르렀다. 그러므로 유인물질의 검색은 새로운 각도에서 접근해야 할 것으로 판단된다.

② 마쇄한 멸치나 고등어에 밀가루를 반죽하여 펠렛으로 만들고 천일건조 혹은 음건시킨 인공미끼가 봉장어의 어획효율이 가장 우수한 이유는 유인물질이 함유되어 있는 어육을 마쇄하므로써 어육을 통채로 사용하는 천연미끼보다 물속에서 유인물질의 방출이 용이하였고, 인공미끼의 형태를 펠렛 혹은 알갱이로 하여 표면적이 증가되었으며, 또한 건조 과정에서 내부에 있던 유인물질이 표면부근으로 이동하여 유인물질의 용출이 용이하게 되었기 때문일 것으로 추정된다. 그리고 50℃에서 열풍건조시킨 인공미끼의 어획효율이 낮았던 것은 열풍과정에서 유인물질의 일부가 변질되었을 가능성이 있는 것으로 추정된다.

③ 통발미끼의 공급과 가격에 안정을 도모하기 위해서는 냉동멸치 혹은 정어리로 한정되어 있는 천연미끼에 대체될 수 있는 다양한 미끼 자원을 개발할 필요가 있다. 본 연구에서는 천연미끼에 대체될 수 있는 어패류 가공 부산물 활용 방안의 한 가지로 멸치와 참치 자숙액을 농축과 취급 및 장기 보관 등을 고려하여 진공동결건조하여 사용하였으나 비용이 과다한 결점이 있었다. 그러나 장차 어패류의 가공 부산물에서 발생하는 악취와 수질오염은 앞으로 점점 더 심각한 사회문제화 될 것으로 예상되므로, 부산물의 발생과정에서 미끼로 재활용하는 공정을 도입하고, 또 환경보전 경비를 감안하면 인공미끼의 단가를 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

④ 펠렛 형태의 인공미끼를 통발에서 사용하기 위해서는 포장에 필수적이다. 포장방법으로는 플라스틱 미끼통, 그물(細網)과 종이 팩의 활용을 들 수 있다. 그러나 플라스틱 미끼통은 미끼 준비과정과 어획물 회수시 상당한 부가 노동력이 소요되며 또한 미끼통 구입비용이 추가되는 결점이 있다. 그리고 그물은 환경측면에서 종이 팩보다 못하며 취급과정에서 건조미끼의 부서러기가 유실되는 단점이 있는 것으로 생각된다. 3가지 포장의 효과에 대해서는 시간의 제약으로 충분한 검토를 하지 못하였다. 1회의 현장실험에서 그물이나 종이 포장을 사용한 미끼는 샘멸치 보다 어획율이 저조하게 나타났으나 그 결과로 효과를 단정하기에는 부족한 것으로 생각된다. 미끼의 효과적인 포장에 대해서는 앞으로 더 검토되어야 할 것이다.

⑤ 통발실험에서는 어획종과 어획량은 어장, 통발의 종류, 미끼의 종류, 미끼의 양, 혹은 통발의 침적시간 등에 따라 변동이 심하므로 실험에서 실험조건을 유지하기 어렵다. 또한 생물의 분포 패턴은 단과상을 하는 것이 많고 포와송분포(Poisson distribution) 혹은 음의 이항분포(Negative binomial distribution)를 하는 것으로 알려져 있지만, 여기에서 대상으로 하는 붕장어나 다른 생물의 분포 패턴이나 분포함수가 분명하지 않으므로 바른 통계적 분석을 적용하기 어렵다. 극단적인 예로 같은 미끼를 사용한 통발에서도 어획이 전혀 없는 경우와 한 통발에 10마리 이상의 붕장어나 수백마리의 고등이 포획되는 경우가 발생할 수 있으며, 이러한 경우에 통발당 포획개체수의 비교는 무의미하다. 본 연구에서는 어획실험의 바른 통계적 분석방법을 확립하지 못하였으므로 어획을 보인 통발수와 총어획마리수를 파악하여 서로 비교하였고 때로는 χ^2 검정을 하여 판단의 기준으로 하였다.

4. 연구개발 결과의 활용 방안

① 여기에서 제시된 인공미끼는 붕장어 뿐만아니라 게, 새우 등 다양한 어종의 미끼로 이용될 수 있을 것이다.

② 총괄적인 인공미끼의 제조방법은 명확하게 제시되었지만 실제 사용할 때에는 여러 가지 문제점이 있을 것으로 예상된다. 일차적으로 어업인들에게 홍보하여 어촌계 혹은 조합단위로 소규모의 인공미끼 제조 공장을 운영하며 부수적인 문제점을 해결해 갈 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

③ 멸치, 정어리, 고등어 등의 풍어시에 다량의 인공미끼를 제조해 두고 사용하면 생산단가를 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

④ 대량 건조방법 및 인공미끼의 포장에 대해서는 더 검토되어야 할 것이다

⑤ 인공미끼를 장기간 보관할 경우에는 유인물질의 변질을 막기 위해 진공 포장이나 특수 가스의 사용 등에 관한 보충 연구가 있어야 한다.

⑥ 어패류 가공 공장에서 가공부산물이 부패하기 전에 인공미끼로 이용될 수 있는 방안을 모색하면 수질 및 대기 오염방지와 인공미끼의 생산에 획기적인 기여를 할 수 있을 것이다.

⑦ 인공미끼는 특허청구 중에 있다.

참고문헌

- 高冠瑞, 金大安, 1984. 통발에 대한 魚類의 行動과 魚獲性能에 관한 研究. 韓水誌. 17(1), 15-23.
- 高冠瑞, 權炳國, 1987. 붕장어 통발 改良. 韓水誌 20(2), 95-105.
- 金光弘, 李珠熙, 1977. 붕장어 미끼 改良에 대하여. 통영수전 논문집. 12, 17-19.
- 金大安, 1985. 장어통발과 게통발의 漁獲機構 및 改良에 관한 연구. 부산 수산대학 박사학위논문.
- 金大安, 高冠瑞, 1990a. 통발어구의 漁獲機構 및 改良에 관한 연구. 韓水誌. 23(3), 238-244.
- 金大安, 高冠瑞, 1990b. 통발어구의 漁獲機構 및 改良에 관한 연구. 韓水誌. 23(4), 315-322.
- 金炯碩, 李秉錡, 1990. 고등어, 전어, 크릴의 抽出物에 대한 붕장어의 反應. 漁業技術 26(2), 125-132.
- 염말구, 강석중, 최영준, 최병대, 조창환, 1990a. 어류유인활성물질의 응용에 관한 연구-I. 현장실험을 통한 붕장어 생미끼의 유인활성 검토. 漁業技術. 26(4) 317-325.
- 염말구, 최영준, 강석중, 최병대, 조창환, 1990b. 어류유인활성물질의 응용에 관한 연구-II. 현장실험을 통한 붕장어 유인활성 물질의 검색. 漁業技術. 26(4). 326-332.
- 염말구, 1991. 미끼의 종류에 따른 통발어획율의 변화. 漁業技術. 27(4) 232-237.
- 梅津武司, 1966. 化學刺激と魚類の行動(總說). 日水誌. 32(3), 352-376.
- 水産廳 西海區 水産研究所, 1986. 東シナ海. 黄海のさかな. 日本水産廳

- 西海區水産研究所. pp. 68-69.
- 小山武夫.金田尙志(1962):漁勞用 餌料に 關する 研究-Ⅱ. 日水誌 28 (10).
- 日本水産學會誌(1981):水産學シリーズ 37(魚類の化學感覺の攝餌促進物
質) 日本水産學會編. 恒星社厚生閣 日本 東京. 128.
- Adams, M.A., P.B. Jhonsen, and H.Q. Zhou, 1988. Chemical enhancement of feeding for the herbivorous fish, *Tilapia zillii*. *Aquaculture*, 72, 95-107.
- Adron, J.W. and Mackie, A.M., 1978b. Studies on the chemical nature of feeding stimulants for rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.*, 12: 303-310.
- Atema, J., 1977. Functional separation of smell and taste in fish and crustacea. In: J. Le Magnen and P. MacLeod (editors). *Information Retrieval Ltd.*, London, pp. 165-174.
- Atema, J., Holland, K. and Ikehara, W., 1980. Chemical search image: olfactory responses of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) to prey odors. *J. Chem. Ecol.*
- Brown, V.M., 1969. Feeding behavior of cod (*Gadus morhua*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 26: 583-596.
- Cantor, C.R. and Schimmel, P.R. (Editors), 1980. *Biophysical Chemistry. II. Techniques for the Study of Biological Structure and Function.* Freeman, San Francisco, pp. 846-849.
- Carr, W.E.S., 1976. Chemoreception and feeding behavior in the pig fish, *Orthopristis chrysopterus*: characterization and identification of stimulatory substances in a shrimp extract. *Comp. Biochem. Physiol.*, 61A: 127-131.
- Carr, W.E.S. and Chaney, T.B., 1976. Chemical stimulation of feeding

- behavior in the pinfish, *Lagodon rhomboides*: Characterization and identification of stimulatory substances extracted from shrimp. *Comp. Biochem. Physiol.*, 54A: 437-441.
- Carr, W. E. S. and Thompson, H. W., 1983. Adenosine 5'-monophosphate, an internal regulatory agent, is a potent chemoattractant for a marine shrimp. *J. Comp. Physiol.*, 153: 47-53.
- Carr, W.E.S. and Derby, C.D., 1986. Chemically stimulated feeding behavior in marine animals. *J. Chem. Ecol.*, 12: 989-1011.
- Fuke, S., S. Konosu, and K. Ina(1981) Identification of feeding stimulants for red sea bream in the extract of marine worm *Perinereis brevicirrus*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 47, 1631-1635.
- Hara, T.J., 1973. Olfactory responses to amino acids in rainbow trout, *salmo gairdneri*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 44A: 407-416.
- Hara, J. J., 1982. *Chemoreception in Fishes.* (ed. by J.J.Hara). Elsevier Sci. pub. Co, Amsterdam. 433 pp.
- Harada, K. 1982. The Attractive Effect of Food Based on the Behavioral Responses of Juvenile Yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 48(8), 1047-1054.
- Harada, K., 1983. Statistical Approach to Finding Probable Feeding Attractants for Oriental Weatherfish. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 49(4), 521-526.
- Harada, K. and I. Ikeda, 1984. Feeding Attractants in Chemical Constituents of Lake Prawn for Oriental Weatherfish. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 50(4), 617-622.
- Harada, K., 1985a. Feeding Attraction Activities of Amino Acids and Lipids for Juvenile Yellowtail. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 51(3), 453-459.

- Harada, K., 1985b. Feeding Attraction Activities of Amino Acids and Nitrogenous Bases for Oriental Weatherfish. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 51(3), 461-466.
- Harada, K., 1986. Feeding attraction activities of nucleic acid related compounds for abalone, oriental weather fish and yellowtail. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 52(11), 1961-1968.
- Hashimoto, Y., Konosu, Fusetani, N. and Nose, T., 1968. Attractants for eels in the extracts of short-necked clam. I. Survey of constituents eliciting feeding behavior by the omission test. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 34: 78-83.
- Hidaka, I. and Y. Ishida(1985) Gustatory response in the shimaizaki (Tigerfish) *Therapon oxyrhynchus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 51, 387-391.
- INA, K., 1981. Chemical sense of Fish and Feeding Stimulants. (ed. by Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.). Koseisha Koseikaku, Tokyo, pp. 85-95.
- Johnstone, A.D.F., 1980. The detection of dissolved amino acids by the Atlantic cod, *Gadus morhua* L. J. Fish Biol., 17: 219-230.
- Johnstone, A.D.F. and Mackie, A.M., 1990. Laboratory investigations of bait acceptance by the cod, *Gadus morhua* L.: identification of feeding stimulants. Fish. Res., 9: 219-230.
- Jonhes. K. A., 1989. The palatability of amino acids and related compounds to rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish. Biol., 34: 149-160.
- Kaneda, T., T. Koyama and S. Iii, 1960. Study on the bait for fishing part I. An improved type of chum for yellowtail fishing. Bull. Japan. Soc.

- Sci. Fish., 26(6), 610-613.
- Kleerekoper, H. and Mogensen, J. A., 1963. Role of olfaction in the orientation of *Petromyzon marinus*. I. Response to a single amine in orey's body odor. *Physiol. Zool.*, 36: 347-360.
- Love, R. M., 1970. *The Chemical Biology of Fishes*. Academic Press, London, 266 pp.
- Løkkeborg, S., Bjordal, A. and Ferno, A., 1989. Responses of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) to baited hooks in the natural environment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 1478-1483.
- Løkkeborg, S., 1989. Longline bait: Fish behaviour and the influence of attractant release rate and bait appearance. Dr. Sci. Thesis, Univ. of Bergen, 109pp.
- Løkkeborg, S., 1990. Rate of release of potential feeding attractants from natural and artificial bait. *Fish. Res.*, 8: 253-261.
- Løkkeborg, S., and Johannessen, T., 1992. The importance of chemical stimuli in bait fishing - fishing trials with presoaked bait. *Fish. Res.*, 14: 21-29.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds, 1988. *Statistical Ecology*. John Wiley & Sons, 337pp.
- Mackie, A. M., and Adron, J. W., 1978. Identification of inosine and inosine-5'-monophosphate as the gustatory feeding stimulants for the turbot, *Scophthalmus maximus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 60A: 79-83.
- Mackie, A. M. and Mitchell, A. I., 1983. Studies on the chemical nature of feeding stimulants for the juvenile European eel,

- Anguilla anguilla* (L.). J. Fish Biol., 22: 425-430.
- Nakajima, K., A. Uchida and Y. Ishida(1989a): Effect of supplemental dietary feeding attractant dimethyl- β -propiothetin. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 55(7). 1291.
- Nakajima, K.A.Uchida, and Y.Ishida(1989b): A New Feeding Attractant, Dimethyl- β -Propiothetin, for Freshwater Fish. Nippon Suisan Gakkaishi 55(4),689-695.
- Ohsugi, T., I. Hidaka, and M. Ikeda(1978) Taste receptor stimulation and feeding behaviour in the puffer, *Fugu pardalis*. II. Effects produced by mixtures of constituents of clam extracts. Chem, Senses Flavour, 3, 355-368.
- Steven, D.M., 1959. Studies on the schooling behavior of fish. I. Response of two species to changes of illumination and to olfactory stimuli. J. Exp. Biol., 36: 261-280.
- Sutterlin, A. M.,and Sutterlin, N., 1970. Taste responses in Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr. J. Fish. Res. Bd. Canada., 27: 1927-1942.
- Sutterlin, A. M., 1975. Chemical attraction of some marine fish in their natural habitat. J. Fish. Res. Board Can., 32: 729-738.
- Takeda, M., Takii. K. and Matsui, K., 1984. Identification of feeding stimulants for juvenile eel. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50:645-651.
- Takaoka. O., K. Takii, M. Nakamura, H. Kumai and M. Takeda, 1990. Identification of feeding stimulants for marbled rockfish. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 56(2), 345-351.
- Tilseth, S. and Solemdal, P., 1977. Methods for testing smell response in fish. Int. Coun. Explor. Sea. Gear and Behaviour Comm., B45.

Tilseth, S., Solemdal, P. and Ferno, A., 1978. Behaviour studies on fish reaction to long lines. Int. Coun. Expl. Sea., Fish Technology Comm., B22.

Zimmer-Faust Richard K. (1989): The relationship between chemoreception and foraging behavior in crustaceans. Limnol. Oceanogr., 34(7), 1367-1374.