

최 종
연구보고서

꽃게 통발용 인공미끼 개발

Development of Artificial Bait for Swimming Crab Pots

연구기관
군 산 대 학 교

농 립 수 산 식 품 부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “꽃게 통발용 인공미끼 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 7월 일

주관연구기관명 : 군산대학교

주관연구책임자 : 장 호 영

세부연구책임자 : 구 재 근

세부연구책임자 : 조 봉 곤

세부연구책임자 : 정 병 곤

연 구 원 : 이 근 우

요 약 문

I. 제 목

꽃게 통발용 인공미끼 개발
Development of Artificial Bait for Swimming Crab Pots

II. 연구개발의 목적 및 필요성

통발어업의 어획 특성상 어획효율은 미끼에 따라 크게 좌우되는데, 이러한 통발용 미끼 구입비는 전체 통발어업의 경비 중 8~10%(출어경비의 30~40%) 정도를 차지하고 있으므로, 꽃게 통발용 미끼로 사용되고 있는 고등어의 생산량이 격감하고 있는 현실에 비추어 볼 때, 취급이 간편하고, 변질의 우려가 적으며, 유인효과가 우수한 효율적인 인공미끼의 개발은 어업경비의 절감은 어업이익의 증대와 직결된다.

또한, 꽃게 통발용 고등어의 수급이 불안정하고, 미끼용 고등어의 가격이 상승함에 따라 미끼 구입비의 비중은 더욱 높아질 것으로 전망되므로, 천연미끼에 비해 가격이 저렴하고 유인효과도 우수한 인공미끼를 개발할 필요성이 대두되고 있다.

따라서, 본 연구의 목적은 꽃게 통발용 천연미끼(고등어)를 대체할 수 있는 효과적인 인공미끼를 개발하는 데 있다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구를 효과적으로 수행하기 위하여 연구개발의 연차별 목표와 내용 및 범위를 설정한 것은 다음과 같다.

1. 유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분의 성형·가공

- (1) 천연미끼의 유인 특성 비교 조사
- (2) 유인활성물질의 획분·분획
- (3) 유인활성물질 획분의 이화학적 특성 조사
- (4) 성형물질의 소재 특성 조사
- (5) 성형 형태 및 유인물질의 흡착·확산 조사
- (6) 천연미끼의 유인성능 수조실험 평가
- (7) 천연미끼의 유인성능 현장 평가

2. 대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공법 개발

- (1) 농축수산 부산물을 이용한 대체미끼 선정
- (2) 대체 소재의 유인활성물질 획분·분획
- (3) 대체 소재의 유인활성물질 획분의 이화학적 특성 조사
- (4) 대체 소재의 성형 형태에 따른 구조 선정
- (5) 인공미끼의 성형 형태별 성형방법 선정
- (6) 종류별 및 대체 소재별 인공미끼의 유인성능 평가
- (7) 천연미끼와 인공미끼의 생분해도 비교 실험

3. 고성능 인공미끼의 개발 및 대량생산법 개발

- (1) 인공미끼의 대량 생산을 위한 부원료 및 배합비 설정
- (2) 저장방법에 따른 성분 변화 조사
- (3) 인공미끼 성형품의 효과 평가
- (4) 고성능 인공미끼의 대량생산법 개발
- (5) 천연미끼와 가공형태별 인공미끼의 유인성능 비교 평가
- (6) 현장조사를 통한 천연미끼와 인공미끼의 해양오염 기여도 조사

IV. 연구개발 결과

꽃게 통발용 천연미끼를 대체할 수 있는 실용적인 인공미끼의 개발을 위하여 유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분 조사, 대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공, 고성능 인공미끼의 대량생산법 개발, 천연미끼의 유인효과 조사, 미끼와 미끼통의 형광 특성 및 부산물을 이용한 미끼의 유인효과 조사, 미끼의 생분해도 및 해양 오염 기여도 조사 등에 관한 연구를 수행하였다.

유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분 조사를 위하여 천연미끼 종류 및 성형 형태에 따른 유인 특성 비교, 유인활성물질의 분석 및 분석, 성형물질의 소재 특성을 조사하였다. 꽃게 통발용 미끼로서 가장 유용하게 사용되는 것은 고등어였으며, 고등어의 부위별 유인효과는 머리쪽에 비해 꼬리쪽 부위가 높았고, 등쪽보다 내장쪽 부위가 높았다. 고등어의 형태에 따른 유인효과는 고등어의 원형을 잘게 나누면 나눌수록 급격히 감소하였다. 고등어의 주요 구성 성분은 단백질이 61.3%, 지방이 31.6%로 비교적 높았고 아미노태 질소가 0.3%, 휘발성 염기 질소가 47.5mg%였다. 한편, 고등어 물층의 화학적 조성은 원 시료인 고등어에 비해 아미노태 질소는 5.5배, 휘발성 염기 질소는 3.8배 증가하였고, 핵산 관련물질은 IMP는 26.2배, 이노신은 30.2배, 하이포크산틴은 7.2배 증가하였다. 결착제별 꽃게의 유인효과는 가격과 작업성을 고려할 때 글루텐이 가장 적합한 것으로 판단하였다.

대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공을 위하여 농수축산 부산물을 이용한 대체미끼 선정, 대체 소재에 대한 유인활성물질의 분석 및 분석, 대체 소재의 유인 특성의 이화학적 특성 조사, 대체 소재의 성형 형태에 따른 구조 선정, 꽃게의 인식 특성을 조사하였다. 수산 부산물인 고등어 내장, 다랑어 내장, 오징어 내장, 멸치 자숙액에 대한 유인효과는 고등어 내장 > 다랑어 내장 > 멸치 자숙액 > 오징어 내장의 순으로 높았으나, 원료 수급면에서 볼 때 다랑어 내장이 원료 수급 및 가격면에서 경쟁력이 높을 것으로 판단된다. 반면에, 농축산 부산물의 유인효과는 수산 부산물에 비해 매우 낮았다. 대체 소재인 다랑어 내장의 일반 성분은 단백질 73.1%, 지방 20.2%, 회분 6.7%로써 고등어에 비해 단백질 함량이 높고, 지방의 함량은 낮으며, 회분의 함량은 약간 높았다. 또한,

다랑어 내장 물층의 화학적 조성은 아미노태 질소는 5.04%, 휘발성 염기 질소는 630.47mg%로 고등어 물층에 비해 각각 3.1배, 3.5배 정도 함량이 높아 수용성 물질의 함량이 높았다. 인공미끼의 성형 방법은 혼합 paste상 재료를 봉상형으로 성형하는 것이 유인물질의 확산속도 및 지속시간의 조절이 용이하고, 가공이 쉬운 것으로 나타났기 때문에 인공미끼의 가공 형태로 채택하였다. 꽃게의 미끼 인식 특성 조사에서 고등어 표피, 고등어 내장, 게 다리, 게 몸통, 돼지 비계, 크릴 등의 모든 시료가 UV 장파장 하에서 선명한 청색과 노란 형광을 띄고 있음을 알 수 있었다.

고성능 인공미끼의 대량생산법 개발을 위하여 인공미끼의 부원료 및 배합비 설정, 저장방법에 따른 성분 변화 조사, 침지시간에 따른 성분 유출량에 관한 조사, 인공미끼의 대량생산법을 검토하였다. 인공미끼의 부원료와 배합비는 다랑어 내장 70%, 고등어 30%, 대두박 30%, 글루텐 10%, 글리신 0.2%, 알라닌 0.2%로 설정하였다. 저장방법에 따른 성분 변화는 9개월간 저장 중 유인성분인 아미노태 질소의 함량은 1.26%에서 1.45%로 완만히 증가하였고, 효소 및 미생물의 작용에 의해 단백질 등의 성분이 분해되어 발생하는 휘발성 염기질소의 함량은 96.3mg%로 변화가 없었다. 반면에, 지방의 산패 정도를 나타내는 산가와 과산화물가는 각각 62.7%, 144.9%씩 증가하여 -20℃ 저장 중에도 지방의 산패가 발생되었음을 알 수 있었다. 침지시간에 따른 무게의 변화는 침지시간이 증가할수록 원형, 8절 및 16절의 시료는 무게가 감소한 반면에 성형 시료는 오히려 무게가 증가하였다. 침지시간에 따른 아미노태 질소, 휘발성 염기질소, 산가와 및 과산화물가의 변화는 아미노태 질소는 원형, 8절, 16절 모두 2시간 이내에 급격히 감소하고, 이후 완만한 감소 경향을 나타내었다. 지질, 단백질, 회분 및 수분의 변화는 전 시료 모두 침지시간에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았다. 형광 미끼통의 대량생산 공정은 원료 배합→사출 성형 과정의 순이며, 시험용 형광 미끼통의 생산단가는 약 67원/개로 조사되었다. 수산 부산물인 다랑어 내장을 주원료로 사용한 인공미끼의 대량생산 공정은 세절 및 혼합→자동 충전 포장 성형→동결 과정의 순이며, 시험용 인공미끼 1개당 생산단가는 69원/개(1,150원/kg)으로써 냉동 고등어를 사용한 천연미끼 1개당 생산단가 109원/개

(1,750원/kg)과 비교하면 약 60% 수준으로 조사되었다.

천연미끼의 유인효과 조사를 위하여 미끼의 유인효과 지속시간 조사, 미끼의 선호도 조사, 미끼의 형태 인식을 조사하였다. 침지시간에 따른 입롱율은 통발을 침지한 후 대체로 5시간 정도 경과하면 고등어, 정어리 및 멸치 3종류의 미끼에서 모두 80% 이상 입롱하는 것으로 나타났다. 미끼의 선호도 조사에서 고등어 미끼의 유인효과는 정어리 미끼와 비슷하거나 다소 우수하며, 멸치 미끼보다는 상당히 우수한 것으로 나타났다. 또한, 미끼의 가격 및 미끼 공급의 편의성 등을 고려할 때, 꽃게 통발용 인공미끼의 개발을 위한 미끼의 유인효과에 대한 지표(index)로서 고등어를 기준으로 하는 것이 타당한 것으로 확인되었다. 미끼의 형태 인식 조사에서 미끼용 고등어의 피부를 제거하지 않은 것(M)의 입롱미수는 평균 2.4마리(8.0%)인 것에 비해 피부를 제거한 것(M_R)의 입롱미수는 평균 1.2마리(4.0%)로써 피부의 유무에 따라 입롱율이 크게 차이가 나타났다.

미끼 및 미끼통의 형광 특성 및 부산물을 이용한 미끼의 유인효과를 조사하였다. 통발 어업이나 낚시 어업에서 미끼 또는 대체미끼로 사용되는 고등어(M), 크릴(K), 바지락(M_C), 돼지 비계(P_F), 닭 머리(C_H)의 5종류에 대한 형광 특성은 고등어의 표피, 크릴 및 바지락의 패각, 닭의 부리 부분에서는 선명한 청색 계통의 형광이, 고등어의 근육 및 내장에서는 녹색 계통의 형광이, 돼지 비계 및 닭 머리의 지방 부분에서는 황색 계통의 형광이 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한, 꽃게 통발용 미끼로 주로 사용되고 있는 고등어, 정어리, 꽂치, 청어 등의 어류의 표피 부분은 자외선을 조사하면 선명한 청색 계통의 형광을 나타내는 것을 고려할 때, 청색 계통의 형광이 꽃게의 먹이 인식에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 한편, 통발 조업시 사용되고 있는 직육면체형 적색 플라스틱 미끼통에 각각 황색, 녹색, 적색, 청색의 형광 도료를 칠하여 UV 장파장 영역에서 자외선을 조사한 결과, 녹색, 적색 및 청색 형광 도료를 칠한 미끼통에서는 각각 녹색, 적색 및 청색의 강한 형광을 나타내었으나, 황색 형광 도료를 칠한 미끼통에서는 황녹색의 형광을 나타내었다. 고등어(M), 고등어+분쇄 고등어 내장(MM_I), 고등어+분쇄 다랑어 내장(MT_I), 고등어+분쇄 크릴(MK)의 4종류의

미끼를 대상으로 통발 1개에 4종류의 미끼를 각각 넣고, 미끼 종류별 평균 입롱미수를 조사한 결과, M, MM_I, MT_I 및 MK의 4종류의 각각 미끼에 대한 종류별 평균 누적 입롱미수는 MM_I 및 MK가 평균 3.9마리(13.0%)로써 M에 비해 다소 높게 나타났으며, MT_I는 평균 2.1마리(7.0%)로 가장 낮게 나타났다. 한편, M, MM_I, MT_I 및 MK의 미끼를 4개의 통발에 각각 넣고, 4종류의 미끼에 대한 선호도를 조사한 결과에서는 천연미끼로 사용되고 있는 M에는 평균 3.0마리(10.0%)가 입롱한 반면, MM_I, MT_I 및 MK에는 각각 평균 1.2마리(4.0%), 1.0마리(3.3%) 및 1.5마리(5.0%)로써 미끼의 선호도는 천연미끼에 비해 30~50%에 불과하였다. 천연미끼로 사용 중인 고등어(M)와 천연미끼를 대체할 소재로서 이용 가능한 크릴(K), 바지락(M_C), 돼지 비계(P_F), 닭 머리(C_H)의 4종류에 대한 선호도를 조사한 결과, M에는 평균 3.2마리(10.7%)가 입롱한 반면, K에는 평균 1.6마리(5.3%)로써 선호도가 50% 수준이었으며, M_C, P_F 및 C_H에는 평균 0.1~0.2마리(0.3~0.7%)로써 입롱미수가 매우 적었다. 미끼통의 형광색에 대한 선호도는 기존의 적색 무형광 미끼통(RF_N)을 사용한 통발에는 평균 2.0마리(6.7%)가 입롱하였으나, 청색 형광 미끼통(BF)의 경우에는 5.0마리(16.7%)로써 RF_N에 비해 2.5배 정도 입롱율이 좋았으며, 적색 형광 미끼통(RF)의 경우에는 RF_N와 동일한 수준이었고, 녹색 형광 미끼통(GF)의 경우에는 50%, 황색 형광 미끼통(YF)의 경우에는 전혀 입롱하지 않았던 것으로 나타났다. 미끼통의 형상이 꽃게의 입롱에 영향을 미치는지를 조사하기 위하여 청색 플라스틱 형광 미끼통과 실리콘 고등어 모형 미끼통에 고등어를 각각 미끼로 사용한 통발에 대한 입롱미수를 조사한 결과에 의하면, 직육면체형 플라스틱 청색 형광 미끼통(HP)에는 평균 3.4마리(11.3%)로써 실리콘 고등어 모형 청색 형광 미끼통(SM)의 평균 3.2마리(10.7%)보다 다소 입롱미수가 많은 것으로 나타났다. 한편, 형광 미끼통의 유인효과를 확인하기 위하여 적색 무형광 미끼통(RF_N)과 청색 형광 미끼통(BF)의 2종류의 미끼통에 대한 어획효과를 3회에 걸쳐 시험조업한 결과에 의하면, 어획물의 조성에는 다소 차이가 있으나, 대체로 BF를 사용한 통발에 의한 꽃게의 어획미수는 RF_N보다 약 30% 정도, 어획중량은 약 20% 정도 많은 것으로 나타났다. 대체 소재로써 수산 부산물인 다랑어 내장을 주원료로 한 대체미

끼에 대한 유인효과 조사에서 청색 형광 미끼통(BF)에 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T₁GSG_L)의 미끼를 넣은 통발과 적색 무형광 미끼통(RF_N)에 천연미끼인 고등어(M)를 넣은 통발에 대한 유인 성능을 비교한 결과에 의하면, 적색 무형광 미끼통(RF_N)에 천연미끼인 고등어(M)를 넣은 통발의 입롱미수는 평균 3.3마리(11.0%)였으며, 청색 형광 미끼통(BF)에 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T₁GSG_L)의 미끼를 넣은 통발의 입롱미수는 평균 2.7마리(9.0%)로써 고등어(M) 미끼에 비해 약 15% 정도 입롱미수가 적은 것으로 나타났다. 한편, 수조실험의 결과를 토대로 대체미끼에 대한 어획효과를 확인하기 위한 시험조업 결과, 대체미끼인 T₁GSG_L의 어획효과는 천연미끼인 M에 비해 약 50%에 불과하므로, T₁GSG_L의 어획효과를 높이기 위한 방안이 필요할 것으로 생각된다. 대체미끼인 T₁GSG_L의 유인효과를 강화한 대체미끼인 다랑어 내장+분쇄 고등어+글루텐+대두박+글리신+알라닌(T₁M_GGSG_LA)을 대상으로 2회에 걸친 시험조업 결과, 대체미끼인 T₁M_GGSG_LA의 어획효과는 M에 비해 약 80% 정도로써 다소 미흡하지만, T₁GSG_L에 비해 유인효과가 향상된 것을 확인할 수 있었다.

미끼의 생분해도 및 해양오염 기여도 조사를 위하여 미끼의 형태에 따른 생분해도 평가, 미끼의 해양오염 기여도를 조사하였다. 꽃게 통발어업에 있어서 미끼로 가장 널리 이용되는 고등어를 대상으로 미끼 제조방법에 따른 생분해도는 미끼의 토막을 많이 낼수록 유기물질 및 영양염류의 발생속도 및 누적 발생량이 높아지는 것으로 나타나 수질오염 측면에서는 불리한 것으로 판단되었다. 고등어 대신 다랑어 내장을 미끼로 사용하였을 경우의 오염물질 발생 정도는 고등어의 경우와 유사하였으며, 운전기간인 111일간 발생된 다랑어 내장 미끼의 누적 부하량은 67.3mgCOD/g-d, 86.4mgT-N/g-d, 3.1mgT-P/g-d로 나타나 고등어 미끼의 65.7~94.4mgCOD/g-d, 83.8~109.4mgT-N/g-d, 3.1~5.2mgT-P/g-d의 중간값 정도에 해당하였다. 미끼의 해양오염 기여도 조사에서 시험조업 해역의 표층수와 저층수 및 대조 지역에 대한 수질 측정치는 통발 근처에서 채취한 시료와 대조 해역에서 채취한 시료의 SS, COD, T-N, T-P, DO, pH는 모두 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 표층수와 저층수 각각에 대하여 COD, T-N, T-P 농도를

비교한 결과, 표층수에 대하여 통발이 설치된 지점 2군데와 대조 해역에서의 수질 자료를 해역 수질기준과 비교할 때 COD, T-N, T-P 모두 2등급 정도의 수질을 나타내었다. 조업지역에서 채취한 표층수 1 및 2 자료가 대조 지역의 자료와 별 차이가 없는 것으로 나타났으며, 저층수 농도도 조업 해역과 대조 해역 간에 차이가 없는 것으로 나타났다.

V. 연구개발 결과의 활용계획

1. 개발된 인공미끼에 대하여 특허 출원 후 연구 참여기업에 인공미끼 제조 기술을 이전하여 상품화를 유도한다.
2. 인공미끼의 생산단가를 낮출 수 있도록 연구 참여기업과 협력하여 기술 지도를 한다.
3. 산업 폐기물로 버려지는 수산부산물을 인공미끼의 대체 소재로 사용함으로써 환경오염 부하량의 저감 효과를 가져온다.
4. 연구 결과를 정리하여 학술지에 보고하고, 강연회 등을 통하여 천연미끼와 인공미끼의 장단점을 적극 어민에게 홍보한다.

SUMMARY

The study was carried out in order to investigate attracting substances for swimming crab bait. The comparative fishing experiment with 3 kinds of fishes(mackerel, sardine, and anchovy), different parts of mackerel(head, viscera, tail, back) and subdivided mackerels(raw, 4 equal parts, 8 equal parts and ground mackerel) were undertaken and attracting substances and binder materials for manufacturing formulated baits were investigated.

Mackerel was more efficient than sardine and anchovy as bait for swimming crab trap. In case of different parts of mackerel, the head and viscera parts were more effective than the tail and back parts, respectively. The raw mackerel caught the greatest number of crab followed by 4 equal parts and 8 equal parts, while ground mackerel caught the least due to rapidly dissolution of active attracting compounds.

For mackerel, major components are 61.3% protein and 32.6% lipid, including 0.3% amino-N and 46.5mg% VBN(volatile basic nitrogen) on a dry weight basis.

To fractionate attracting compounds of swimming crab from mackerel, mackerel was successively extracted with hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol and water. The water fraction, the active fraction, contained about 5.5, 3.8, 26.2, 30.2, 7.2 times higher amount of amino-N, VBN, IMP, inosine and hypoxanthine, respectively than raw mackerel.

For the developing formulated baits, the comparative fishing experiments with animal byproducts and agricultural wasters were undertaken and attracting compounds fractions and binder materials for developing formulated baits were investigated. In case of fish byproducts, mackerel viscera caught the greatest number of swimming crabs followed by tuna viscera, anchovy cooking juice and squid viscera. However, the tuna viscera, byproduct of tuna can factory, was selected as material for formulated baits because of the price and supply-demand. In

contrast, the mean catch of agricultural byproducts was much lower than that of fish by product. For binder, gluten was recommended based on the price and operation efficiency.

The protein content of the tuna viscera was 73.1% and was higher than that of mackerel. In case of water fraction, the contents of amino-N and VBN were 3.1 and 3.5 times higher than those of raw tuna viscera, respectively.

To analysis color recognition of swimming crab, various baits used in fishing field were exposed UV light. When exposed to ultraviolet long light(365nm), mackerel skin, mackerel viscera, crab leges, crab body and krill exhibited a more fluorescent bluish tint and pig skin exhibited fluorescent yellowish tint.

To develop mass production process of formulated baits, the optimal conditions of ingredient formulation, stuffing, shelf life of formulated baits were studied,

Optimum formula of materials was 70% tuna viscera, 30% mackerel, 30% defatted soybean, 10% gluten, 0.2% glycine, and 0.2% alanine. In case of self life, amino-N content were slightly decreased from 1.26% to 1.45%, but VBN did not changed at 270 days storage of the formulated baits at -20°C. However, acid value and peroxide value were significantly increased with increasing storage times.

To analyze how the physical characteristics of baits affect the diffusion of attracting substances, soaking test of 4 kinds of subdivided mackerels(raw, 4 equal parts, 8 equal parts and ground mackerel) were undertaken for 12 hours. During soaking, the mass of 8 equal parts mackerel rapidly decreased followed by 4 equal parts and raw mackerel, but that of formulated mackerel increased with increasing soaking times. In case of amino-N, VBN, acid value and peroxide value, all samples were rapidly decreased to 2 hours and then slowly decreased. However, lipid, protein, ash, and moisture didn't show consistent trend.

The optimum process of formulated baits using tuna viscera were founded as followers; thawing tuna viscera→chopping and mixing ingredients throughly with silent cutter→stuffing into sausage-type nonwoven casing with stuffer→cutting→

freezing. The unit cost of formulated baits was 69won/each(1,159won/kg) and was about 60% of frozen mackerel baits(109won/each, 1,750won/kg). The optimum process of fluorescent case for swimming crab bait was to be following; mixing raw materials→injection molding. The unit cost of formulated baits was 67won/each.

In order to develop the artificial bait of trap for swimming crabs, the attracting effect was analyzed in the duration time of attracting effect, preference and shape recognition to the bait in the water tank and field experiments. The mean entrapped ratios of swimming crabs into the pots for 3 kinds of baits(mackerel, sardine and anchovy) were estimated to be over 80% all in 5 hours after soaked in the water tank. For preference of swimming crabs to 3 kinds of baits, the pot with mackerel(6.9 ind.; 23.0%) was evaluated to be higher than the pots with sardine(2.8 ind.; 9.3%) and anchovy(0.2 ind.; 0.7%). In the field experiments, the mean entrapped number of swimming crabs into the pot with mackerel and sardine was found to be similar as 120 and 118 ind., but the pot with anchovy was only 85 ind.. According to the result which investigated the shape recognition of swimming crabs to the bait used mackerel, divided into 8 pieces, 16 pieces and grinded mass in water tank experiments, the mean entrapped number of swimming crabs into the pots that includes the mackerel divided into several pieces was significantly decreased. Moreover, by the presence of skin of mackerel for bait, there was a great difference in the entrapped number of swimming crabs.

The fluorescent characteristics of the baits and its cages were analyzed, and the attracting effects of swimming crab such as the preference of baits which were made of the by-products of marine and stock raising, and the preference of fluorescent dyes were investigated by the mean entrapped catch number to the pots through the water tank experiments. On the investigation of fluorescent characteristics by the 5 kinds of baits, mackerel(M), krill(K), manila clam(M_C), pig's fat(P_F) and chicken's head(C_H) which were used in substitutive baits for test in the

UV wave area, it showed clear blue fluorescence in the skin of mackerel, shell of krill, manila clam and bill of chicken's head, and green fluorescence in the mackerel's muscle and internals, and yellow fluorescence in the pig's fat and chicken's head. On the investigation of fluorescent characteristics by the bait cages, it showed each green, red and blue fluorescence in the hexahedral red plastic bait cages which were painted each green, red and blue fluorescence dyes, but it showed yellowish green fluorescence in the hexahedral red plastic bait cage which was painted yellow fluorescent dye. On the investigation of mean entrapped catch number to the pot by the baits after putting the 4 kinds of baits, mackerel(M), mackerel with grinded mackerel's internals(MM_I), mackerel with tuna's internals(MT_I) and mackerel with grinded krill(MK) each in one pot by turns, MM_I and MK were entrapped mean 3.9 ind.(13.0%) and they were a little more comparing to M, and MT_I is least with mean 2.1 ind.(7.0%). Otherwise, on the preference investigation of swimming crabs by the baits after putting the 4 kinds of baits in the 4 pots each, M was entrapped mean 3.0 ind.(10%), but MM_I, MT_I and MK were mean 1.2 ind.(4.0%), 1.0 ind.(3.3%) and 1.5(5.0%) each and they were only 30~50% of M. On the preference investigation of swimming crabs by the 5 kinds of baits, mackerel(M), and krill(K), manila clam(M_C), pig's fat(P_F) and chicken's head(C_H) which were used in substitutive baits, M was entrapped mean 3.2 ind.(10.7%), but K was about 50% of catch of M with mean 1.6 ind.(5.3%), and M_C, P_F and C_H were very few with mean 0.1~0.2 ind.(0.3~0.7%). On the preference investigation of the fluorescent dyes of swimming crabs by the 5 kinds of the bait cages which were put the mackerel in the non-fluorescent red plastic cage(RF_N), yellow, green, red and blue fluorescent plastic cages(YF, GF, RF, BF) each, non-fluorescent red plastic cage(RF_N) was entrapped mean 2.0 ind.(6.7%), but blue fluorescent plastic cage(BF) was mean 5.0 ind.(16.7%) and it was more 2.5 times comparing to RF_N, and red fluorescent cage(RF) was same level and green fluorescent cage(GF) was 50% of catch number comparing to RF_N, and yellow

fluorescent cage was entrapped nothing. Otherwise, on the investigation of the entrapped catch number to the pots which were put the mackerel in the blue fluorescent hexahedral plastic cage(HP) and blue fluorescent silicon mackerel model cage(SM), HP was mean 3.4 ind.(11.3%) and it was a little more comparing to SM which was entrapped mean 3.2 ind.(10.7%). On the preference investigation of swimming crabs by the pots which were put each the 3 kinds of baits, original krill(K), grinded krill with gluten and soybean oil cake(K_GGS) and grinded krill with gluten, soybean oil cake and glycine(K_GGSG_L) in the blue fluorescent hexahedral plastic bait cages(BF), and which were put the mackerel(M) in the non-fluorescent hexahedral red plastic bait cage(RF_N), it was entrapped mean 3.0 ind.(10.0%) in the pot which was put the mackerel in the RF_N, and the same level in the pots which were put the K and K_GGSG_L in the BF, but it was mean 2.0 ind.(6.7%) in the pots which was put the K_GGS in BF and it was decreased by 30% of catch comparing to RF_N. On the preference investigation of swimming crab by the pots which was put grinded tuna with gluten, soybean oil cake and glycine(T_IGSG_L) in the blue fluorescent hexahedral plastic bait cage(BF), and which was put mackerel(M) in the non-fluorescent hexahedral red plastic bait cage(RF_N), it was entrapped mean 3.3 ind.(11.0%) in the pot which was put mackerel in RF_N, and mean 2.7 ind.(9.0%) in the pot which was put T_IGSG_L in BF and it was about 15% less comparing to use bait M. Fishing experiments were conducted to confirm the catching efficiency of alternative bait obtained from water tank experiments. As a results of fishing experiments, a plan for enhancing catching efficiency of T_IGSG_L will be required because catching efficiency of T_IGSG_L, alternative bait, was half of fish catching efficiency of natural bait using mackerel. Fishing experiments were conducted 3 times using reinforced substitutive artificial bait that is reinforced attractive effect of T_IGSG_L and composed of tuna intestine, grinded mackerel, gluten, soybean cake, glycine and alanine(T_IM_GGSG_LA). Catching efficiency of T_IM_GGSG_LA was about 80% of that of natural bait made of mackerel. These results

were not satisfactory, however, attractive effect of T₁M₆GSG_LA was improved compared with the that of T₁GSG_L.

In order to evaluate the biodegradability of bait used in the pot for swimming crab, water tank experiments were conducted. Mackerel is the most commonly used natural form of bait to catch the swimming crabs, and therefore was used in this experiment for the biodegradability according to the manufacturing process of the bait. From the biodegradability test on chemical oxygen demand(COD), total nitrogen(T-N), total phosphorus(T-P), ammoniac nitrogen, nitrite nitrogen and nitrate nitrogen per unit weight of the bait based on the production rate and the accumulated amount of pollutants, it was concluded that the smaller the size of the mackerel pieces, the higher the production rate and accumulated amount of organic matter and nutrients which was unfavorable to water pollution. The amount of pollutants released from the intestine of the tuna was similar with that from the whole mackerel. For the operation period of 111 days, the accumulated concentrations of tested pollutants from the tuna which were 67.3mgCOD/g-d, 86.4mg T-N/g-d, 3.1mgT-P/g-d, were almost half comparing with those from the mackerel which were 65.7~94.4mgCOD/g-d, 83.8~109.4mgT-N/g-d, 3.1~5.2mgT-P/g-d. The degree of marine pollution due to the use of bait was examined. Surface and bottom water were sampled and collected throughout test fishing area and offshore seawater sample were collected also as control. SS, COD, T-N, T-P, DO of seawater sample collected from test fishing area were quite similar to those of seawater sample collected from control area. Seawater qualities of test fishing area in terms of T-N, T-P, COD were comparable to 2nd grade of seawater quality presented at national seawater quality standard.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction of research	24
Section 1. Purpose & range of research	24
1. Purpose of research	24
2. Range of research	25
Chapter 2. Technical development present of home & abroad	26
Section 1. Technical development present of home	26
Section 2. Technical development present of abroad	26
Section 3. Future prospect	27
Chapter 3. Method and results of research	28
Section 1. Method of research	28
1. Fractionation and analysis of active attracting substances	28
2. Choice of attractant from substitute material and forming & processing	31
3. Development of mass production method of highly efficient artificial bait	34
4. Investigation of attracting effect of natural baits	36
5. Investigation of fluorescent characteristics and attracting effect of baits	38
6. Investigation of biodegradability of baits and degree of marine pollution	46
Section 2. Results of research	51
1. Fractionation and analysis of active attracting substances	51
2. Choice of attractant from substitute material and forming & processing	58
3. Development of mass production method of highly efficient artificial bait	69
4. Investigation of attracting effect of natural baits	80
5. Investigation of fluorescent characteristics and attracting effect of baits	86
6. Investigation of biodegradability of baits and degree of marine pollution	96
Section 3. Conclusion	110

Chapter 4. Achievement of the goals and contribution	119
Section 1. Achievement of the goals	119
1. Annual goals and contents	119
2. Annual achievement of the goals	120
Section 1. Contribution to the relation fields	121
1. Technical aspect	121
2. Economic & industrial aspect	121
Chapter 5. Application plans of research results	123
Chapter 6. Reference	124

목 차

제1장 연구개발의 개요	24
제1절 연구개발의 목적 및 범위	24
1. 연구개발의 목적	24
2. 연구개발의 범위	25
제2장 국내외 기술개발 현황 및 과학기술정보	26
제1절 국외의 기술개발 현황	26
제2절 국내의 기술개발 현황	26
제3절 향후의 전망	27
제3장 연구개발수행 방법 및 결과	28
제1절 연구개발수행 방법	28
1. 유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분 조사	28
2. 대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공	31
3. 고성능 인공미끼의 대량생산법 개발	34
4. 천연미끼의 유인효과 조사	36
5. 형광 특성 및 부산물을 이용한 미끼의 유인효과 조사	39
6. 미끼의 생분해도 및 해양오염 기여도 조사	47
제2절 연구개발수행 결과	52
1. 유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분	52
2. 대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공	59
3. 고성능 인공미끼의 대량생산법 개발	70
4. 천연미끼의 유인효과	81
5. 형광 특성 및 부산물을 이용한 미끼의 유인효과	86
6. 미끼의 생분해도 및 해양오염 기여도	97
제3절 결 론	111

제4장 연구개발 목표 달성도 및 기여도	120
제1절 연구개발 목표의 달성도	120
1. 연차별 목표 및 내용	120
2. 연차별 목표의 달성도	121
제2절 관련분야에의 기여도	122
1. 기술적 측면	122
2. 경제·산업적 측면	122
제5장 연구개발 결과의 활용계획	124
제6장 참고문헌	125

표 목 차

Table 3.1.1. 유리 아미노산 분석 조건	30
Table 3.1.2. 핵산 관련물질 분석 조건	31
Table 3.1.3. 지방산 분석 조건	31
Table 3.1.4. 천연미끼(고등어)의 형상	48
Table 3.1.5. 분석 방법과 측정 장비	49
Table 3.1.6. 실험 기간 중 pH 및 DO 범위	50
Table 3.1.7. 분석방법과 측정 장비	51
Table 3.2.1. 고등어, 정어리 및 멸치에 대한 꽃게의 유인효과	52
Table 3.2.2. 고등어의 부위별 유인효과	52
Table 3.2.3. 고등어의 세부 부위별 유인효과	53
Table 3.2.4. 고등어의 가공 형태에 따른 유인효과	53
Table 3.2.5. 고등어의 일반 성분 조성	54
Table 3.2.6. 고등어의 핵산 관련물질 조성	54
Table 3.2.7. 고등어의 지방산 조성	55
Table 3.2.8. 고등어의 유리 아미노산 조성	56
Table 3.2.9. 고등어와 고등어 물층의 화학적 조성 비교	57
Table 3.2.10. 고등어 물층의 유리 아미노산 조성	58
Table 3.2.11. 결착제별 꽃게의 유인효과 비교	59
Table 3.2.12. 다랑어 내장의 일반 성분 조성	61
Table 3.2.13. 다랑어 내장의 핵산 관련물질 조성	62
Table 3.2.14. 다랑어 내장의 유리 아미노산 조성	63
Table 3.2.15. 다랑어 내장의 지방산 조성	63
Table 3.2.16. 다랑어 내장 물층의 화학적 조성	65
Table 3.2.17. 다랑어 내장 물층의 유리 아미노산 조성	66
Table 3.2.18. 인공미끼의 배합비	70
Table 3.2.19. 인공미끼의 저장기간에 따른 성분 변화	71

Table 3.2.20. 미끼 종류별 침지시간에 따른 누적 평균 입롱미수 및 입롱율	82
Table 3.2.21. 고등어, 정어리 및 멸치의 미끼에 대한 평균 입롱미수 및 입롱율	83
Table 3.2.22. 시험조업에 의한 미끼 종류별 어획 결과	83
Table 3.2.23. 미끼 조합별 평균 누적 입롱미수 및 입롱율	84
Table 3.2.24. 미끼의 피부 유무에 따른 평균 누적 입롱미수 및 입롱율	84
Table 3.2.25. 수산 부산물을 이용한 미끼에 대한 꽃게의 평균 누적 입롱미수	89
Table 3.2.26. 수산 부산물을 이용한 미끼에 대한 꽃게의 선호도 조사 결과	89
Table 3.2.27. 농축수산 부산물을 이용한 미끼에 대한 꽃게의 선호도 조사 결과	90
Table 3.2.28. 형광 미끼통에 대한 꽃게의 선호도 조사 결과	91
Table 3.2.29. 미끼통에 대한 꽃게의 형상 인식 시험 결과	92
Table 3.2.30. 적색 무형광 미끼통과 청색 형광 미끼통에 대한 시험조업 결과	93
Table 3.2.31. 크릴을 이용한 대체미끼의 유인효과 조사 결과	94
Table 3.2.32. 다랑어 내장을 이용한 대체미끼의 유인효과 조사 결과	95
Table 3.2.33. 고등어(M)와 대체미끼(T ₁ GSG _L)에 대한 시험조업 결과	96
Table 3.2.34. 고등어(M)와 대체미끼(T ₁ M ₆ GSG _L A)에 대한 시험조업 결과	97
Table 3.2.35. 시험조업 해역의 수질 측정 자료	108
Table 3.2.36. 해역 및 생활환경 기준	110

그림 목 차

Fig. 3.1.1. 자연광과 자외선광 하에서의 형광 도료를 칠한 미끼통의 비교.	34
Fig. 3.1.2. 형태 인식 실험(I)에 사용된 미끼의 종류.	37
Fig. 3.1.3. 형태 인식 실험(II)에 사용된 미끼의 종류.	37
Fig. 3.1.4. 수중 모니터링 시스템.	38
Fig. 3.1.5. 꽃게 통발 시험조업 광경(제99명덕호).	39
Fig. 3.1.6. 형광 특성 분석에 사용된 미끼의 종류.	40
Fig. 3.1.7. 형광 도료를 칠한 플라스틱 미끼통.	40
Fig. 3.1.8. 수산 부산물의 선호도 실험에 사용된 미끼의 종류.	42
Fig. 3.1.9. 농축수산 부산물의 선호도 실험에 사용된 미끼의 종류.	43
Fig. 3.1.10. 미끼통의 형상 인식 실험에 사용된 미끼통의 종류.	43
Fig. 3.1.11. 대체미끼의 선호도 실험에 사용된 미끼의 종류.	44
Fig. 3.1.12. 고등어와 다랑어 내장의 선호도 실험에 사용된 미끼.	44
Fig. 3.1.13. 시험조업에 사용된 적색 무형광 미끼통(좌)과 청색 형광 미끼통(우).	45
Fig. 3.1.14. 현장실험에 사용된 고등어와 대체미끼.	46
Fig. 3.1.15. 꽃게 통발 시험조업 위치.	46
Fig. 3.1.16. 꽃게 통발 시험조업 광경(문성호).	47
Fig. 3.1.17. 실험용 반응수조의 개략도.	49
Fig. 3.1.18. 해양수질조사용 시료 채취 광경.	51
Fig. 3.2.1. 고등어의 용매 극성 확분별 수율 및 평균 입롱미수.	57
Fig. 3.2.2. 수산 부산물의 유인효과 비교.	60
Fig. 3.2.3. 농축산 부산물의 유인효과 비교.	61
Fig. 3.2.4. 다랑어 내장의 용매 극성 확분별 수율 및 평균 입롱미수.	64
Fig. 3.2.5. UV 단파장 및 장파장 하에서의 형광 비교.	67
Fig. 3.2.6. UV 장파장 하에서 나타난 미끼 소재별 형광.	68
Fig. 3.2.7. 고등어 표피 추출물의 형광.	69
Fig. 3.2.8. 고등어 등 표피의 물층 UV spectrum.	69

Fig. 3.2.9. 고등어 배 표피의 물층 UV spectrum.	70
Fig. 3.2.10. 침지시간에 따른 미끼의 무게 변화.	74
Fig. 3.2.11. 침지시간에 따른 아미노태 질소, 휘발성 염기질소, 산가 및 과산화물가의 변화.	75
Fig. 3.2.12. 침지시간에 따른 지방, 단백질, 회분 및 수분의 변화.	76
Fig. 3.2.13. 미끼 종류별 침지시간에 따른 누적 평균 입롱미수 빈도 분포.	82
Fig. 3.2.14. 자외선을 조사한 꽃게(a)와 중하(b)에서 형광을 나타내는 모습.	85
Fig. 3.2.15. 자외선을 조사하였을 때 미끼에서 형광을 나타내는 모습.	85
Fig. 3.2.16. 통발의 미끼에 반응하는 꽃게의 행동 모습.	86
Fig. 3.2.17. 자연광(좌) 및 자외선광(우) 하에서의 미끼.	88
Fig. 3.2.18. 자연광(좌) 및 자외선광(우) 하에서의 미끼통.	89
Fig. 3.2.19. 운전시간 경과에 따른 미끼 단위 중량당 오염물질 발생량 변화.	100
Fig. 3.2.20. 운전시간 경과에 따른 항목별 오염물질 누적발생량 변화.	103
Fig. 3.2.21. 경과시간에 따른 단위 중량당 오염물질 발생속도 변화.	106
Fig. 3.2.22. 경과시간에 따른 누적 오염부하량 변화.	107
Fig. 3.2.23. 표층수의 항목별 농도.	109
Fig. 3.2.24. 저층수의 항목별 농도.	109

제1장 연구개발의 개요

제1절 연구개발의 목적 및 범위

1. 연구개발의 목적

통발 어구는 어법 특성상 어구·어법 및 조업의 간편함, 능률적인 어구인 점, 심해의 수산생물에 적용할 수 있는 점, 저층 끌어구·저층 연승 등과 같은 조업이 불가능한 해저에서도 사용할 수 있다는 점 등의 장점을 갖고 있으며, 다른 업종에 비해 비교적 수익률이 높은 업종으로서 연근해어업에서 중요한 위치를 차지하고 있다(Inoue, 1985).

통발 어구의 어획효율은 통발의 구조나 어장학적 요소 및 사용하는 미끼에 따라 크게 좌우되는데, 그 중에서도 미끼의 요인은 통발 어업의 성립과 밀접한 관계를 갖고 있다(Chang et al., 2007).

한편, 통발 어업에서 미끼 구입비가 차지하는 비중은 전체 어업경비 중 8~10%(출어경비의 30~40%) 정도를 차지하고 있으며(Chang, 2003), 꽃게 통발용 미끼로 주로 사용되고 있는 고등어의 어획은 한일, 한·중 어업협정 등으로 인하여 연근해어장이 대폭 축소됨으로서 1988년 약 17만M/T에서 2003년 약 12만 M/T으로 어획량이 격감하고 있는 실정이다. 또한, 꽃게 통발 어업에서 사용되는 미끼는 주로 냉동 고등어를 해동시켜 3~6토막으로 절단하여 사용하고 있으므로, 조업 중 미끼를 손질하는 데 노동력이 필요하여 조업효율이 떨어지고, 특히 기온이 상승하는 하계에는 냉동 고등어가 변질되기 쉬우므로 보관 및 취급상 문제가 있다. 그러므로, 가격이 저렴하고, 취급이 간편하며, 변질의 우려가 적고, 유인효과가 우수한 인공미끼의 개발이 절실히 요구되고 있다.

따라서, 본 연구는 꽃게 통발용 천연미끼를 대체할 수 있는 실용적인 인공미끼를 개발하는 데 그 목적이 있다.

2. 연구개발의 범위

본 연구를 효과적으로 수행하기 위하여 연구개발의 연차별 목표와 내용 및 범위를 설정한 것은 다음과 같다.

가. 유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분의 성형·가공

- 1) 천연미끼의 유인 특성 비교 조사
- 2) 유인활성물질의 획분·분획
- 3) 유인활성물질 획분의 이화학적 특성 조사
- 4) 성형물질의 소재 특성 조사
- 5) 성형 형태 및 유인물질의 흡착·확산 조사
- 6) 천연미끼의 유인성능 수조실험 평가
- 7) 천연미끼의 유인성능 현장 평가

나. 대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공법 개발

- 1) 농축수산 부산물을 이용한 대체미끼 선정
- 2) 대체 소재의 유인활성물질 획분·분획
- 3) 대체 소재의 유인활성물질 획분의 이화학적 특성 조사
- 4) 대체 소재의 성형 형태에 따른 구조 선정
- 5) 인공미끼의 성형 형태별 성형방법 선정
- 6) 종류별 및 대체 소재별 인공미끼의 유인성능 평가
- 7) 천연미끼와 인공미끼의 생분해도 비교 실험

다. 고성능 인공미끼의 개발 및 대량생산법 개발

- 1) 인공미끼의 대량 생산을 위한 부원료 및 배합비 설정
- 2) 저장방법에 따른 성분 변화 조사
- 3) 인공미끼 성형품의 효과 평가
- 4) 고성능 인공미끼의 대량생산법 개발
- 5) 천연미끼와 가공형태별 인공미끼의 유인성능 비교 평가
- 6) 현장조사를 통한 천연미끼와 인공미끼의 해양오염 기여도 조사

제2장 국내외 기술개발 현황 및 과학기술정보

제1절 국외의 기술개발 현황

유인물질에 관한 연구로는 Hara(1982), Taketa et al.(1984), Harada(1986), Johnstone(1990), Takaoka et al.(1990) 등이 어류나 수서동물의 유인물질은 수용성 저분자 물질인 아미노산, 이노신, IMP, ADP, DMPT, 글리신, 베타인 등의 복합적인 효과가 중요한 역할을 한다는 것을 규명한 바 있으며, 계류와 새우류와 같은 갑각류에 대한 유인물질에 대하여서는 Carr and Thompson(1983), Carr and Derby(1986), Zimmer-Faust(1989) 등의 연구가 있었으나, 기초적인 연구단계에 불과하였다.

뿌림용 미끼나 연승용 미끼 등의 개량을 위한 연구가 Umezu(1966), Hara(1982) 등에 의해 시도되었으며, Miyazaki et al.(1967)의 계통발용 인공미끼의 개발에 관한 시도가 있었으나 뚜렷한 연구성과를 나타낸 것은 없었다.

일반 어류에 대한 인공미끼에 관한 연구가 1960년대부터 일본을 중심으로 시도되었으나, 일부 낚시용 인공미끼를 제외하도는 어업 현장에서 직접 이용할 수 있을 정도의 성과를 이루지 못하였으며, 더욱이 꽃게 통발용 인공미끼에 대한 연구는 전무한 실정이다.

제2절 국내의 기술개발 현황

국내에서는 Kim and Lee(1977)의 멸치와 명태 폐기물을 미끼로 한 통발의 어획실험이 있었고, 천연미끼에 대한 붕장어의 반응을 조사한 연구로는 Ko and Kim(1984), Kim(1985), Ko and Kwon(1987), Kim and Lee(1990) 등이 있었으며, Youm(1998) 및 Youm et al.(1990a, b)의 붕장어 인공미끼에 관한 연구에서 멸치고등어·정어리 등을 분쇄한 붕장어용 건조 펠렛형 제조미끼에서 천연미끼와 유사한 수준의 계류의 어획을 확인한 바 있으나 실용화에는 이르지 못하였다.

최근에는 An and Arimoto(2007)의 문어 흘림낚시용 인공미끼의 개발에 관한 연구가 있었으나, 꽃게 통발용 인공미끼의 개발에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

제3절 향후의 전망

우리나라 연근해산 고등어의 어획은 한·일, 한·중 어업협정의 발효로 인하여 어장이 대폭 축소됨에 따라 급격히 감소하는 추세에 있으며, 양어장 사료용 및 미끼용 냉동 고등어의 수입은 대폭 증가하고 있는 추세에 있으므로, 현재와 같이 천연미끼인 고등어를 꽃게 통발용 미끼로 사용하게 되면 고등어 가격의 상승과 수급의 불안정으로 인하여 더욱 꽃게 통발어업의 경영 수지를 압박하게 될 것이다.

그러므로, 예전에는 대체로 통발 미끼용 어자원이 풍부하여 수급이 원활하였기 때문에 인공미끼의 개발에 대한 요구가 절실하지 않았으나, 전세계적으로 수산자원의 감소와 남획 등으로 인하여 통발 미끼용 어자원의 수급이 불안정하여 미끼 구입비가 크게 상승하게 될 것이므로, 앞으로 통발어구의 어획대상 어족에 대한 인공미끼 개발의 필요성이 강하게 대두될 것이다.

또한, 꽃게 통발어업은 조업시 사용한 미끼용 고등어를 해중에 빈번히 투기하고 있기 때문에, 양어장에서 사용하고 있는 생사료의 잔류물과 같이 연안의 부영양화를 가속시키는 등 수질 오염의 한 원인으로 작용하기도 하므로, 연안의 수질 오염을 저감시킬 수 있는 인공미끼의 개발에 대한 요구가 한층 강화될 것이다.

제3장 연구개발수행 방법 및 결과

제1절 연구개발수행 방법

1. 유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분 조사

가. 천연미끼 종류 및 성형 형태에 따른 유인 특성 비교

천연미끼의 유인 특성 비교를 위해 문헌 조사 및 서해안 일대의 현지 조사를 통해 꽃게 통발용 천연미끼 시료로 냉동 고등어, 냉동 멸치, 냉동 정어리의 3종을 선정하여 실험하였다.

미끼 종류에 따른 유인 특성을 비교하기 위해 미끼의 크기를 수조 및 통발의 크기를 고려하여 60~70g으로 하였고, 각 시료는 몸통 중앙 부위를 취하여 유인 활성을 비교하였다.

성형 형태에 따른 유인 특성을 비교하기 위해 냉동 고등어를 원형, 8조각, 16조각, 분쇄 시료로 나누어 꽃게의 미끼 인식 정도를 비교 평가하였다.

부위별 유인 특성을 비교하기 위해 고등어를 머리, 몸통, 꼬리로 나누어 비교한 후, 더욱 세부적인 부위별 유인 특성을 비교하기 위해 중간 몸통 부위를 4등분하여 머리 쪽 등 부위, 꼬리 쪽 등 부위, 머리 쪽 내장 부위, 꼬리 쪽 내장 부위로 나누어 유인 활성을 비교하였다.

실험은 10회 반복하여 수행하였으며, 평균 입롱미수로 유인효과를 평가하였다.

나. 유인활성물질의 분석

용매의 극성에 따른 분석은 80% 메탄올을 분쇄 고등어 육의 10배 비율로 첨가하여 균질기로 균질한 후 80℃에서 3시간 추출하여 원심분리(5,000g×20분)하였다.

상층액을 감압 농축하여 메탄올을 제거한 추출물은 n-hexane, chloroform, ethyl acetate, n-butanol 및 water 층으로 분획한 후 농축, 건조하여 수율을 측정하였다.

각 분획물은 글루텐 반죽시 일정 농도 첨가하여 유인효과를 비교 분석하였다.

다. 성형물질의 소재 특성 조사

예비실험 및 경제성을 고려하여 성형을 위한 결합제로 글루텐, 변성전분, 알긴산을 선정하여 비교 실험하였다.

분쇄한 고등어육 150g에 대두박 45g을 넣어 혼합한 후 일정량의 ① 글루텐, ② 변성전분(슈퍼젤, 대상), ③ Na-알긴산염 용액을 넣고 food mixer로 혼합하여 결합시킨 분쇄육 20g을 고등어 원형 60g과 함께 각각 통발에 넣고 유인 특성을 조사하였다.

라. 성분 특성 조사

유효 획득의 일반 성분은 AOAC법에 의거하여 수분은 105℃ 상압건조법, 조회분은 550℃ 건식회화법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법으로 정량하였으며, 탄수화물은 $100 - (\text{수분} + \text{회분} + \text{조단백질} + \text{조지방})$ 으로 계산하였다.

1) 아미노태 질소(NH₂-N)

Formol 적정법에 따라 시료 용액 20ml에 증류수 80ml을 가한 다음 0.1N NaOH를 가하여 pH를 8.4로 조정한 후 중성 포르말린 용액 20ml을 가하고 다시 0.1N NaOH 용액으로 pH 8.4가 될 때 까지 적정하여 소비된 0.1N NaOH ml수로 아미노태 질소 함량을 계산하였다.

2) 과산화물가(POV)

시료 1.0g을 정확히 200ml 공정 플라스크에 평취한 다음 chloroform 10ml를 가하여 녹인다. 여기에 빙초산 15ml를 가하여 혼합하고, 다시 KI 포화용액 1ml를 가한 다음 마개를 하고, 1분간 진탕한 다음 5분간 어두운 곳에서 방치한다. 여기에 물 75ml를 가하고 마개를 한 다음 진탕하여 전분 용액을 지시약으로 하여 0.01N Na₂S₂O₃ 용액으로 적정하여 POV 값을 구하였다.

3) 산가(acid value)

시료 2~3g을 정확히 100ml 삼각 플라스크에 취한 다음, ether-ethanol 혼합 용

액 20~40ml를 가하여 녹인다. 여기에 1% phenolphthalein 용액 2~3 방울을 가하고, 0.1N KOH ethanol 용액으로 미홍색 상태로 30초간 계속될 때까지 적정하여 산가를 구하였다.

4) 휘발성 염기질소(VBN)

Conway unit를 이용한 micro diffusion method로 측정하였다. 즉, 시료 5g을 정평하여 4% trichloroacetic acid 20ml와 혼합하여 30분간 방치한 다음 단백질을 침전시키고, 여과하여 1ml를 Conway unit 외실에 첨가하고 내실에 N/150-HCl 1ml와 포화 K₂CO₃ 1ml를 첨가한 후 37°C에서 90분간 방치한 다음 N/70 Ba(OH)₂로 적정하여 VBN 양을 계산하였다.

5) 유리 아미노산

유리 아미노산은 시료 20ml를 95% 에탄올 80ml와 혼합하여 균질화한 다음 다시 25%의 TCA 용액을 가하여 단백질을 침전시킨 후 3,000g에서 20분간 원심분리하여 얻은 상층액을 Amberlite IR-120 column(100~200mesh, 2cm×20cm)에 1~2ml/min의 속도로 흘려 아미노산을 흡착시킨다. 그 다음 이를 2N NH₄OH 용액에서 용출시켜 감압 농축한 다음 일정량을 취하여 각각 AccQ-Tag 유도체를 만든 후 Table 3.1.1과 같은 조건으로 분석하였다.

Table 3.1.1. 유리 아미노산 분석 조건

Instrument	Model 410(Waters co., USA)
Detector	UV 250nm
Column	AccQ-Tag amino acid analysis column (3.9x150mm, Waters Co., USA)
Flow rate	1.0ml/min
Mobile phase	A: 200ml AccQ-Tag eluent A+2l HPLC grade water B: 60% acetonitrile

6) 핵산 관련물질

분석용 시료의 조제는 5g을 0.6N HClO₄ 용액 50ml와 혼합하여 균질화한 다음 여과하여 시험관에 여과액 5ml와 인산완충용액 (pH 7.6) 5ml를 혼합하고, 상정액을 취하여 membrane filtration(0.2µm)한 후 HPLC를 이용하여 분석하였다. HPLC의 분석 조건은 Table 3.1.2와 같다.

Table 3.1.2. 핵산 관련물질 분석 조건

Instrument	Waters Associates HPLC System
Column	<i>u</i> -bondapack C18(3.9mm i.d.×30cm)
Mobile phase	1% triethylamine. Phosphoric acid(pH 6.5)
Flow rate	2.0ml/min
Chart speed	0.25cm/min
Detector	UV detector at 254nm

7) 비휘발성 지방산

Bligh & Dyer법에 따라 추출한 시료 지질 일정량(0.2~0.3g)을 환저 플라스크에 정확히 취하여 벤젠 3ml과 0.5N NaOH/MeOH 혼합 용매 7.5ml을 가하여 환류 냉각기를 연결하고, 120℃의 sand bath상에서 30분간 비누화시킨 후 14%의 BF₃-Methanol 7.5ml를 가하여 다시 120℃의 Sand bath상에서 30분간 가열하여 지방산 methylester를 조제하였다. 지방산 분석 조건은 Table 3.1.3과 같다.

Table 3.1.3. 지방산 분석 조건

Instrument	Hewlett Packard 5890 Series II
Column	BP-20(Polar) ϕ 0.5mm×25m
Detector	FID
Column temperature	195℃
Injection temperature	250℃
Detector temperature	250℃
Carrier gas	He

2. 대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공

가. 농축수산 부산물을 이용한 대체미끼 선정

농축수산 부산물을 이용한 대체미끼의 유인 특성 비교를 위해 어민들의 경험, 외국 자료 및 국내 생산량을 고려하여 수산 부산물로는 고등어 내장, 다랑어 내장, 오징어 내장, 멸치 자숙액을, 축산 부산물로는 닭 목뼈, 돼지 비계를, 그리고 농산 부산물로는 갯묵, 마늘을 택하여 대체미끼의 유인효과 실험을 수

행하였다.

수산 및 농산 부산물은 각각 글루텐과 대두박을 첨가하여 분쇄 혼합한 후 부직포에 충전, 성형 후 동결하여 실험에 사용하였으며, 축산 부산물은 원상태로 실험에 사용하였다. 시료의 크기는 수조 및 통발의 크기를 고려하여 미끼 종류별로 60~70g으로 하였고, 사용한 통발은 조업 현장에서 사용하는 통발 (Chang et al., 2007)을 사용하였다.

나. 대체 소재의 유인활성물질의 획분 분획

용매의 극성에 따른 분획은 80% 메탄올을 다량어 내장의 10배 비율로 첨가하여 균질기로 균질한 후 80℃에서 3시간 추출하여 원심분리(5,000g×20분)하였다.

상층액을 감압 농축하여 메탄올을 제거한 추출물을 n-hexane, chloroform, ethyl acetate, n-butanol 및 water 층으로 분획한 후 농축, 건조하여 수율을 측정하였다.

각 분획물은 글루텐 반죽시 일정 농도 첨가하여 유인효과를 비교 분석하였다.

다. 대체 소재의 유인 획분의 이화학적 특성 조사

대체 소재의 유인 획분의 이화학적 특성 조사에 사용된 방법은 앞에서 서술한 ‘1. 유인활성물질의 성분 분획 및 유인활성 성분 조사’의 성분 특성 조사 방법과 동일하다.

라. 대체 소재의 성형 형태에 따른 구조 선정

천연미끼를 대체할 수 있는 실용적이며, 효과적인 인공미끼를 개발하기 위하여 대체 소재의 성형 형태에 따른 구조 선정은 수시로 수조실험 결과를 feed-back하여 수정·보완하면서 연구를 수행하였다.

1) 액상 유인활성 수용성 물질 흡착을 위한 구조 성형

성형 실험 조건으로 흡착시켜야 할 경우 섬유상 또는 친수성 다공 구조체로

유인물질의 해수 중 유출은 통발의 조업시간에 맞도록 유출속도를 제어할 필요성이 제기되므로, 구조 재료는 유인물질에 영향을 주지 않으며, 환경친화적이고, 재료 수급이 원활, 지속 가능하도록 구조를 변경하여 지속적으로 검토하였다.

2) 유인물질을 혼합한 paste상 혼합물 성형 및 포장

paste상 혼합물의 성형 실험 조건은 성형·가공을 위하여 반고체 상태여야 하며, 형태 유지를 위한 casing은 위해성이 없고, 생분해성·투과성이어야 하며, 유인성이 있어야 하기 때문에 계속 성형 및 포장 대상을 변경하면서 검토하였다.

3) 인공미끼의 성형 형태별 성형 방법 검토

성형 형태와 방법은 실험 결과에 따라 변화되어야 하며, 경제성과 대량생산성 및 기존 사용 미끼보다 효과가 뒤떨어지지 않아야 한다는 조건으로 지속적인 검토가 이루어져야 하므로, 둥근 모양, 막대 모양, 원추 모양, 과일 또는 분말 모양의 형태별로 성형 방법을 검토하였다.

4) 미끼의 형광 특성

꽃게 통발에 사용되거나 꽃게의 미끼로 알려져 있는 몇몇 시료를 UV 장파장(365nm) 하에서 조사(照射)하여 형광 특성을 조사하였다.

5) 고등어 표피의 형광 성분 분석

꽃게 통발용 미끼로써 가장 효과적인 것으로 조사된 고등어의 등쪽 표피 부분과 배쪽 표피 부분의 형광 특성을 조사하기 위하여 등 부위와 배 부위 각각의 표피에 약 10배의 증류수를 첨가하여 균질기로 균질한 후 n-hexane, ethyl acetate, n-butanol 및 water로 분획하여 농축한 후 형광 특성 및 UV-visible spectrophotometer(Jasco V-550, Japan)로 흡광 파장을 조사하였다.

6) 꽃게의 인식 특성 조사

미끼에 의한 유인 후 먹이의 형태 및 색상 인식 여부를 확인하기 위하여 기존 상업적으로 사용되고 있는 미끼통을 사용하였다.

빛의 종류 및 색상의 선택은 꽃게의 생태적 특성이 육상 곤충류와 유사한 점, 겹눈을 가지고 있는 점을 감안하고, 태양 빛의 침투가 어려운 수중과 많은 수중생물들이 인광을 발하고, 형광성 물질을 함유하고 있는 것을 감안하여 Fig.

3.1.1과 같이 녹색, 황색, 적색 및 청색의 형광 도료를 사용하여 사각 플라스틱 미끼통에 외도장하여 실험에 사용하였다.

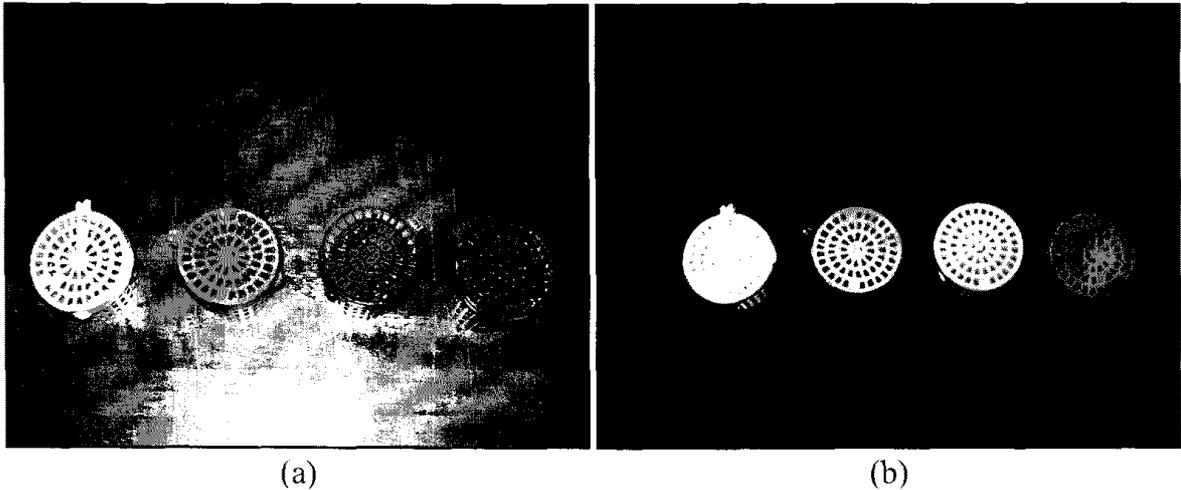


Fig. 3.1.1. 자연광과 자외선광 하에서의 형광 도료를 칠한 미끼통의 비교.
(a) 자연광 하에서의 미끼통, (b) UV 장파장 하에서의 미끼통.

3. 고성능 인공미끼의 대량생산법 개발

가. 인공미끼의 부원료 및 배합비 설정

부산물을 이용한 인공미끼를 제조하기 위해 수조실험 및 현장조사를 통해 얻은 어획 결과를 종합하여 설정하였다.

나. 저장방법에 따른 성분 변화 조사

대체미끼의 저장 중 품질 변화 측정을 위해 -20°C 에서 냉동 저장하면서 산가, 과산화물가, VBN 및 아미노태 질소의 함량을 측정하였다.

다. 침지 시간에 따른 성분 유출량 조사

시료는 고등어를 2등분하여 꼬리 부분 육으로 원형, 8절, 16절의 3종류를 제조하였다. 성형 시료는 고등어 꼬리 부분 육을 분쇄한 후 대두박 30%, 글루텐 10%를 첨가하여 믹서한 후 성형하였다. 각 시료는 $60\pm 2\text{g}$ 씩 되게 무게를 측정

한 후 플라스틱 케이스에 넣어 실험 처리구로 하였다.

침지 시간에 따른 수율 및 육 성분 변화 정도를 측정하기 위해 일정한 유속으로 연속적으로 흐르는 수조에 각 시료를 14시간 넣어 두고, 2시간 간격으로 시료를 취하였다. 각 시료는 1시간 동안 자연 탈수시킨 후 산가, 과산화물가, VBN 및 아미노태 질소를 측정하였고, 나머지 성분은 동결하여 두고 실험하였다.

라. 인공미끼의 대량생산법 검토

1) 형광 미끼통의 생산

형광 미끼통의 제조에 사용된 미끼통은 직육면체형 플라스틱 미끼통으로써, 기존 상업적으로 사용되고 있는 시판용 2종류(대형 60×100mm, 소형 50×80mm, PP)를 사용하였다.

형광 도료는 꽃게 통발어업의 조업 여건이 매우 열악한 해수이기 때문에 수중에서의 내구성이 강한 무기계열(황화아연 및 황화아연카드뮴 화합물계열)의 형광안료(내구성: 5~10년)를 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단되어 폴리우레탄 수지형 형광 도료를 구입하여 사용하였다.

2) 인공미끼의 제조

성형 가공을 위한 재료의 1회 혼합 가공성형 재료는 수조실험 및 현장조사 등을 통하여 효과가 입증된 고등어 3kg과 부산물로는 다랑이 내장 7kg, 대두박 3kg, 기저(base)로는 글루텐 1kg, 유인활성 강화물질로는 글리신 20g과 알라닌 20g을 사용하였다.

인공미끼 성형품의 포장 재료는 해수 중 투과성과 유출성을 고려하여 부직포(T 0.6mm)를 사용하여 3면 밀봉 장방형 bag(50×100mm)으로 제작하여 사용하였다.

재료의 세절·혼합 조작은 Silent cutter 중 분쇄육이 발열하지 않도록 비교적 저속·저온(10℃로 유지)에서 연육보다 낮게 세절, 혼합한 후 성형 직전에 유인 물질을 혼합 paste상으로 제조하였다.

4. 천연미끼의 유인효과 조사

가. 수조실험에 의한 미끼의 유인효과 조사

수조실험은 2004년 8월 10~23일, 9월 4~11일 및 2005년 6월 8~14일까지 충남 보령시 소재 서해수산연구소 자원조성센터 및 전북 부안군 소재 서해수산연구소 부안시험포에 있는 대형 콘크리트 원형수조($\phi 64,000 \times H10,600\text{mm}$)를 이용하여 각각 미끼의 유인 지속시간, 미끼의 선호도 및 형태 인식 등에 관하여 조사하였다.

미끼의 유인 지속시간에 대한 조사에서는 3종류(고등어, 정어리, 멸치)의 미끼를 통발 1개에 1종류씩 넣어 3종류에 대하여 침지시간 9시간 동안의 매시간 별 누적 입롱미수를 조사하였다.

미끼의 선호도 조사에서는 고등어(M), 정어리(S), 멸치(A) 미끼를 각각 넣은 3개의 통발을 수조 중앙 부분에 간격이 약 3m 되게 삼각형으로 배치하고, 해당 미끼가 투입되는 통발의 위치를 매회 교체하여 침지시간 9시간 동안의 입롱미수를 조사하였다.

미끼의 형태 인식에 대한 조사에서는 Fig. 3.1.2와 같은 고등어(M), 8등분 고등어(M_{D-8}), 16등분 고등어(M_{D-16}), 분쇄한 고등어(M_G)의 미끼에 대하여 M/M_{D-8} , M/M_{D-16} 및 M/M_G 의 3가지 조합에 대한 유인효과의 비교와 Fig. 3.1.3과 같은 고등어(M)와 표피를 제거한 고등어(M_R)에 대한 유인효과를 비교하기 위하여 통발마다 종류별로 미끼를 각각 넣고 침지시간 6시간 동안의 입롱미수를 조사하였다.

매 실험마다 사용된 미끼의 중량은 60~70g이었으며, 30마리의 꽃게를 투입하여 10회씩 반복 실험을 하였다.

꽃게의 입롱행동은 Fig. 3.1.4와 같은 수중 모니터링 시스템(Video Ray, Canada)을 이용하여 녹화와 동시에 관찰하면서 입롱미수를 조사하였다. 실험시 수온은 21.1~25.4°C였으며, 실험에 사용된 꽃게는 갑장 64~103mm, 최대 갑폭 128~203mm, 체중 128~446g이었다.

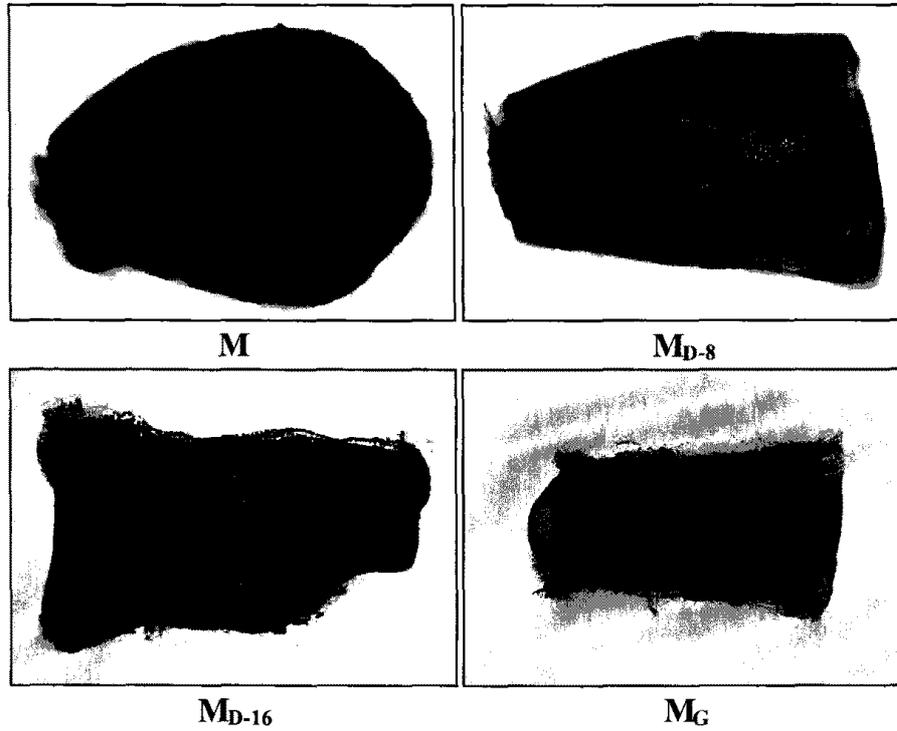


Fig. 3.1.2. 형태 인식 실험(I)에 사용된 미끼의 종류.
 M : 고등어 원형, M_{D-8} : 8등분 고등어,
 M_{D-16} : 16등분 고등어, M_G : 분쇄 고등어.

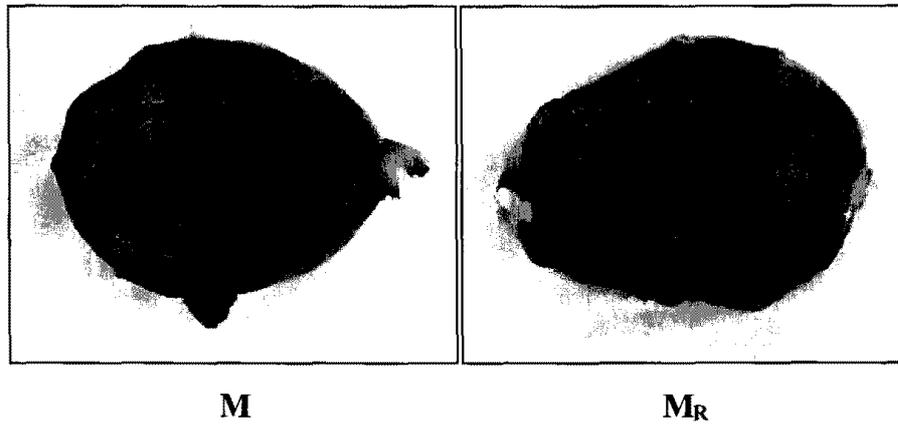


Fig. 3.1.3. 형태 인식 실험(II)에 사용된 미끼의 종류.
 M : 고등어 원형, M_R : 표피 제거 고등어.



Fig. 3.1.4. 수중 모니터링 시스템.
 A: 수중 비디오 카메라, B: 모니터,
 C: 타임 제너레이터, D: 비디오 레코더.

나. 현장실험에 의한 미끼의 유인효과 조사

시험조업은 2005년 9월 26~30일까지 전북 군산시 선적의 꽃게 통발어선 제 99명덕호(13.00G/T)를 용선하여 고등어, 정어리, 멸치의 3종류에 대한 어획상태를 3회에 걸쳐 조사하였다.

어구의 침지시간은 각각 1일로 하고, 조업 위치는 전북 군산시 말도 부근의 수심 10~20m인 해역이었다.

시험조업에 사용된 어구는 $\phi 590 \times H250$ mm 망목 35mm의 통발 210개를 1개조로 구성하여 2개조를 사용하였다.



Fig. 3.1.5. 꽃게 통발 시험조업 광경(제99명덕호).

5. 형광 특성 및 부산물을 이용한 미끼의 유인효과 조사

가. 형광 특성 조사

미끼의 형광 특성에 대한 조사는 암실에서 자외선의 장파장 영역인 365nm (Vilber Loubmat, VL-6.LC) 하에서 미끼와 미끼통을 대상으로 형광발생 실험을 실시하였다.

형광 특성의 분석에 사용된 미끼는 고등어(M), 크릴(K), 바지락(MC), 돼지 비계(PF), 닭 머리(CH)의 5종류였으며(Fig. 3.1.6), 미끼통은 일반 조업시 사용되고 있는 플라스틱 미끼통에 각각 황색, 적색, 녹색, 청색의 형광 도료를 칠한 4종류(Fig. 3.1.7)를 사용하였다.

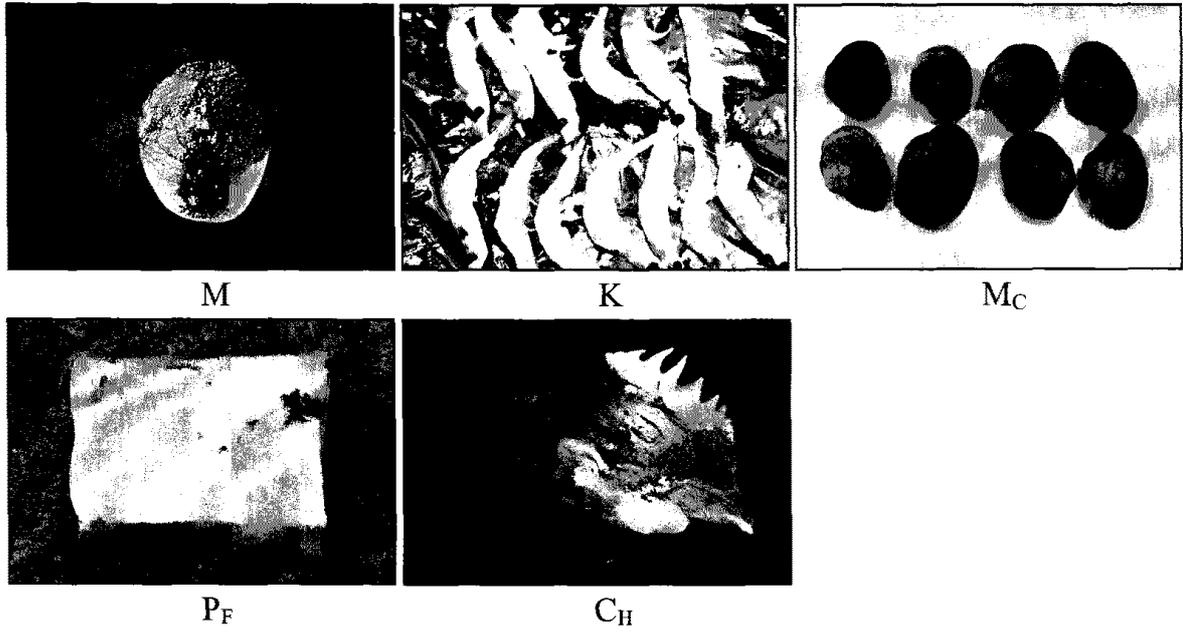


Fig. 3.1.6. 형광 특성 분석에 사용된 미끼의 종류.
 M: 고등어, K: 크릴, Mc: 바지락, Pf: 돼지 비계, Ch: 닭 머리.



Fig. 3.1.7. 형광 도료를 칠한 플라스틱 미끼통.

나. 부산물을 이용한 미끼의 유인효과 조사

1) 수조실험

수조실험은 2005년 10월 26~31일 및 2006년 6월 3~10일까지 전북 부안군 소

재 서해수산연구소 부안시험포의 대형 콘크리트 원형수조($\phi 64,000 \times H10,600$ mm)를 이용하여 각각 부산물을 이용한 미끼에 대한 선호도 및 형광 미끼통에 대한 선호도 등에 관한 유인성능을 조사하였다.

수산 부산물을 이용한 미끼에 대한 선호도는 Fig. 3.1.8과 같이 고등어(M), 고등어+분쇄 고등어 내장(MM_I), 고등어+분쇄 다랑어 내장(MT_I), 고등어+분쇄 크릴(MK)의 4종류의 미끼를 대상으로 먼저, 수산 부산물의 종류별 유인 효과를 조사하기 위하여 통발 1개에 4종류의 미끼를 각각 사용하여 각 미끼에 대한 입롱미수를 조사하였다. 다음으로, 수산 부산물에 대한 선호도 조사를 위하여 4개의 통발에 각각의 미끼를 넣고, 각 미끼에 대한 꽃게의 선택 입롱미수를 조사하였다.

수산 및 축산 부산물을 이용한 미끼의 선호도는 천연미끼로 사용 중인 고등어(M)와 천연미끼를 대체할 소재로서 이용 가능한 크릴(K), 바지락(Mc), 돼지 비계(P_F), 닭 머리(C_H)의 4종류(Fig. 3.1.9)에 대한 유인 효과를 비교하였다.

형광색에 대한 꽃게의 선호도 조사를 위하여, 꽃게 통발 조업시 일반적으로 사용하고 있는 적색 무형광 플라스틱 미끼통과 4종류(황색, 적색, 녹색, 청색)의 형광 도료를 칠한 미끼통(Fig. 3.1.7)의 총 5종류의 미끼통에 고등어(M)를 미끼로 사용하여 미끼통의 형광색에 대한 선호도를 조사하였다. 또한, 미끼통의 형상 인식에 관한 조사를 위하여서는 Fig. 3.1.10과 같이 직육면체형 플라스틱 청색 형광 미끼통과 실리콘으로 만든 고등어 모형 형광 미끼통에 고등어(M)를 각각 미끼로 사용하였을 때의 입롱미수를 조사하였다.

천연미끼인 고등어(M)와 고등어를 대체할 수 있을 것으로 생각되는 크릴 원형(K), 분쇄 크릴+글루텐+대두박(K_GGS), 분쇄 크릴+글루텐+대두박+글리신(K_GGSG_L)의 첨가물을 달리한 3종류의 크릴을 이용한 대체미끼(Fig. 3.1.11)의 유인 성능을 조사하였다. 여기서, 사용한 미끼통은 고등어 미끼인 경우에는 적색 무형광 플라스틱 미끼통을 사용하였으며, 첨가물을 달리한 크릴의 경우에는 청색 형광 플라스틱 미끼통을 사용하였다.

또한, 적색 무형광 플라스틱 미끼통에 고등어(M)를 넣은 것과 청색 형광 플라스틱 미끼통에 대체미끼의 소재로 가능성 있는 다랑어 내장을 이용하여 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T_IGSG_L)의 미끼를 넣은 2종류(Fig.

3.1.12)에 대한 유인 성능을 조사하였다.

수조실험에 사용된 꽃게는 2005년 10월 26~31일의 실험에서는 무게 136~170g, 갑장 61~70cm, 갑폭 125~147cm였으며, 수온은 16~18℃였다. 2006년 6월 3~10일의 실험에서는 무게 145~263g, 갑장 68~84cm, 갑폭 147~174cm였으며, 수온은 22~24℃였다. 매 실험마다 30마리씩의 꽃게를 투입하였으며, 각각 10회씩 반복하여 침지 6시간 동안의 평균 누적 입롱미수를 조사하였다.

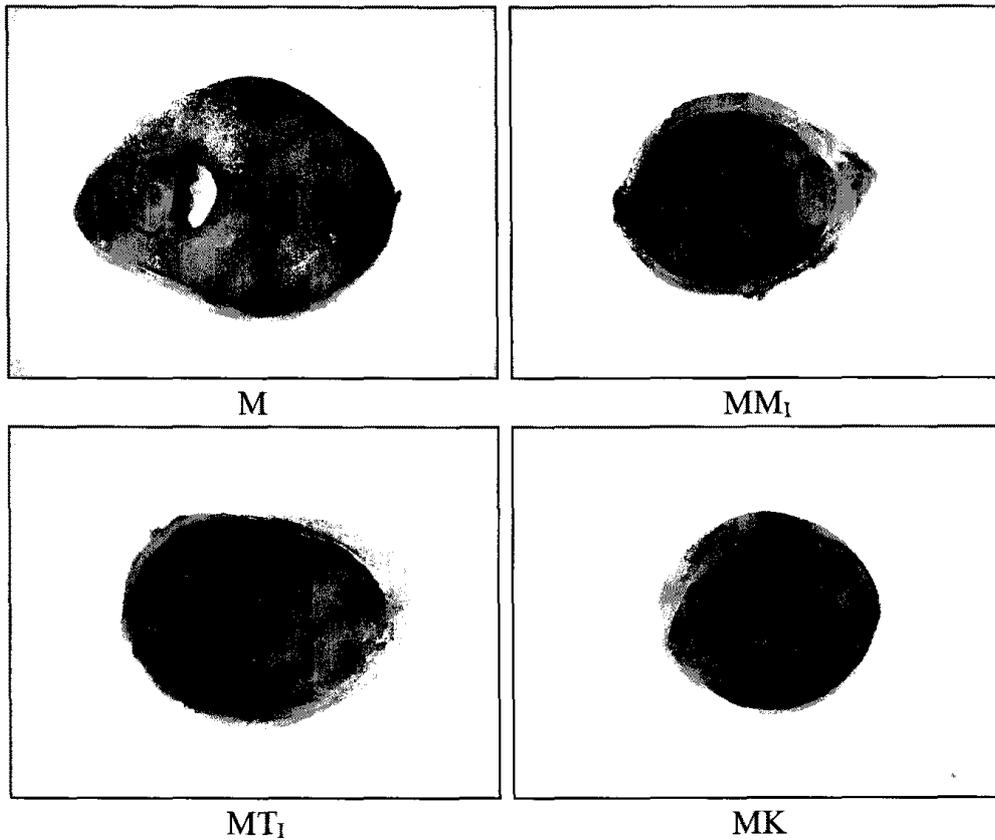


Fig. 3.1.8. 수산 부산물의 선호도 실험에 사용된 미끼의 종류.
M: 고등어 원형, MM₁: 고등어+분쇄 고등어 내장,
MT₁: 고등어+분쇄 다랑어 내장,
MK: 고등어+분쇄 크릴.

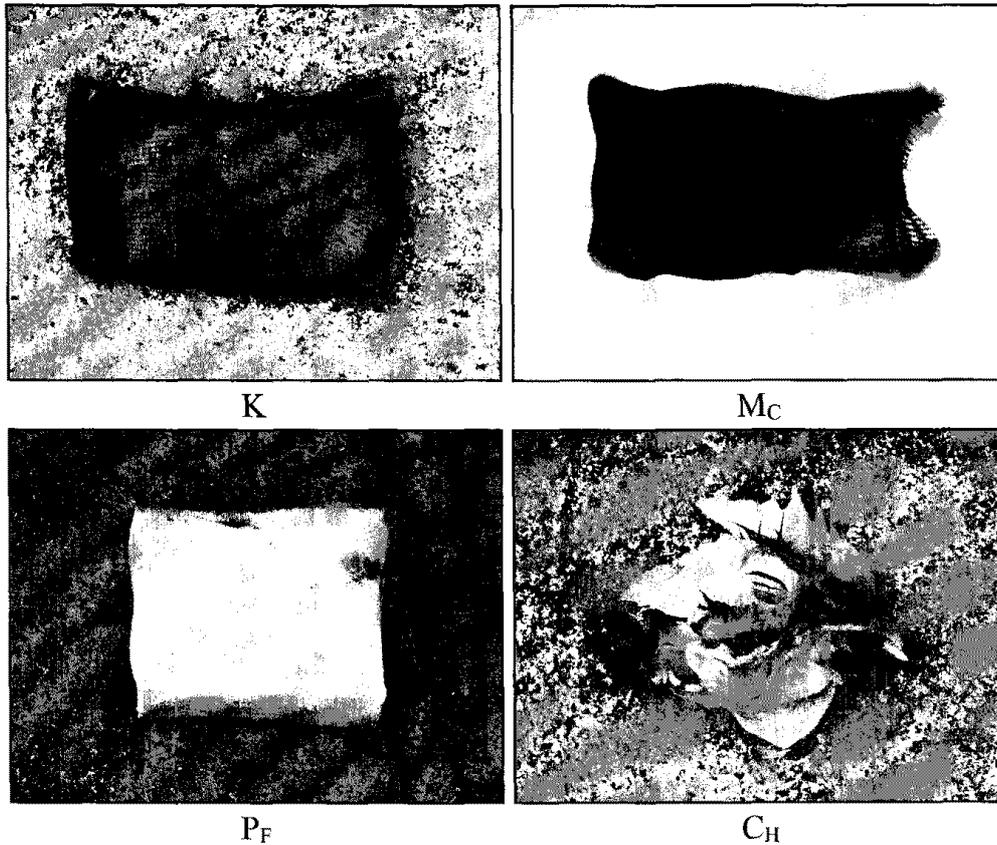


Fig. 3.1.9. 농축수산 부산물의 선호도 실험에 사용된 미끼의 종류.
K: 크릴, Mc: 바지락, Pf: 돼지 비계, Ch: 닭 머리.

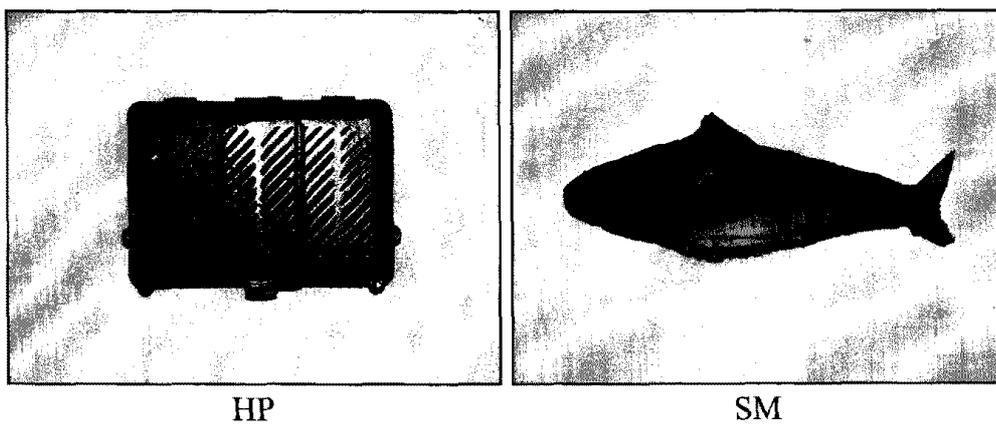


Fig. 3.1.10. 미끼통의 형상 인식 실험에 사용된 미끼통의 종류.
HP: 청색 형광 도료를 칠한 직사각형 플라스틱 미끼통,
SM: 청색 형광 도료를 칠한 고등어 모형 실리콘 미끼통.

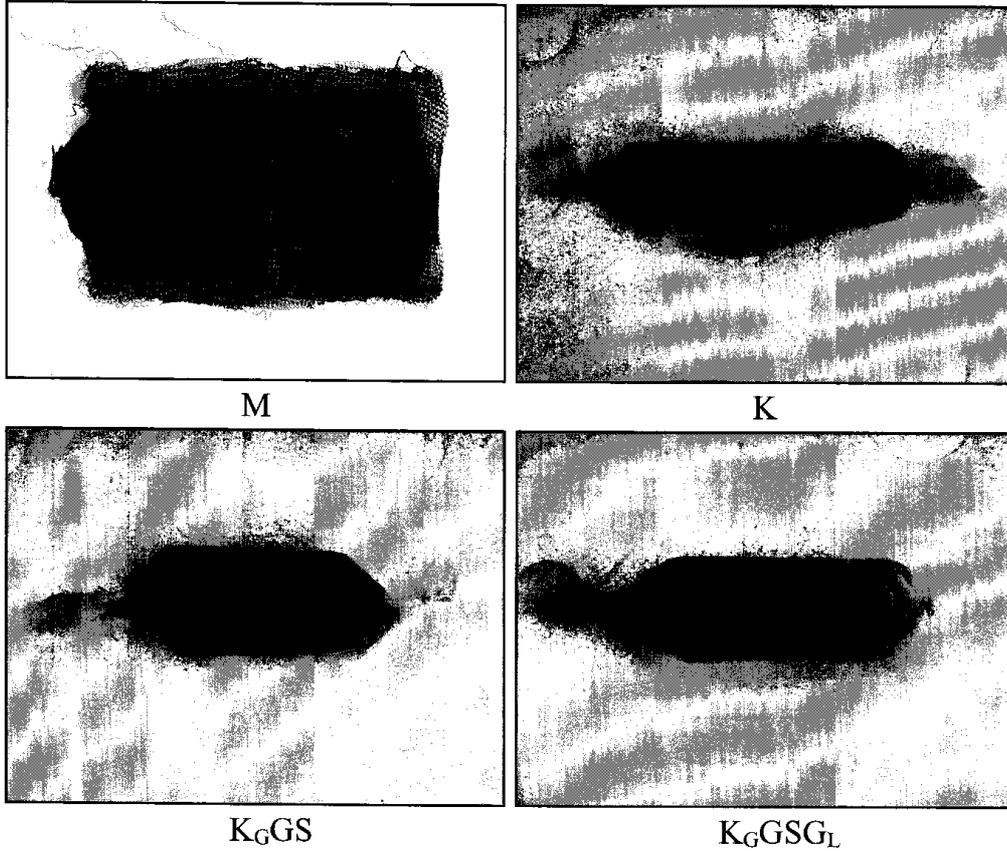


Fig. 3.1.11. 대체미끼의 선호도 실험에 사용된 미끼의 종류.
 M: 고등어, K: 크릴, K_GGS: 분쇄 크릴+글루텐+대두박,
 K_GGSL: 분쇄 크릴+글루텐+대두박+글리신.

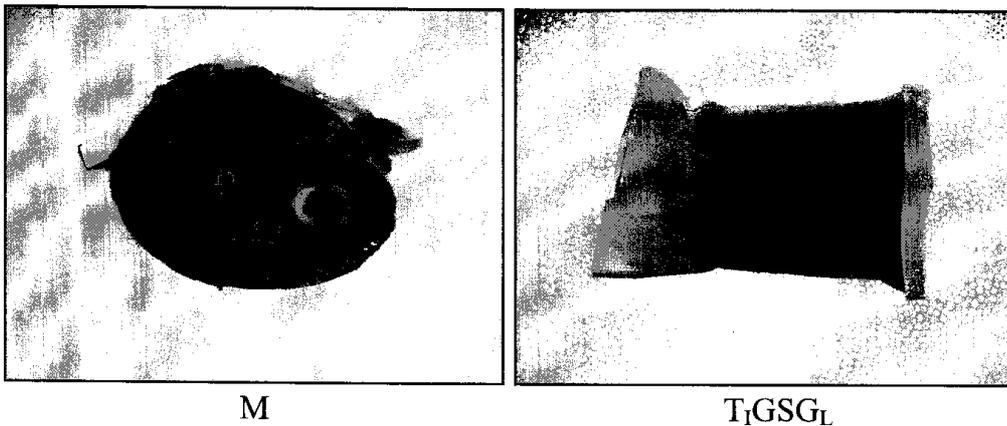


Fig. 3.1.12. 고등어와 다랑어 내장의 선호도 실험에 사용된 미끼.
 M: 고등어, T_GGSL: 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신.

2) 현장실험

형광 미끼통에 대한 어획효과의 시험조업은 전남 목포시 선적의 연안통발어 선 문성호(7.93G/T)를 용선하여 2008년 5월 23~25일까지 적색 무형광 미끼통(RF_N)과 청색 형광 미끼통(BF)의 2종류의 미끼통(Fig. 3.1.13)에 대해 3회에 걸쳐 조사하였다. 시험조업에는 고등어를 미끼로 사용하였다.

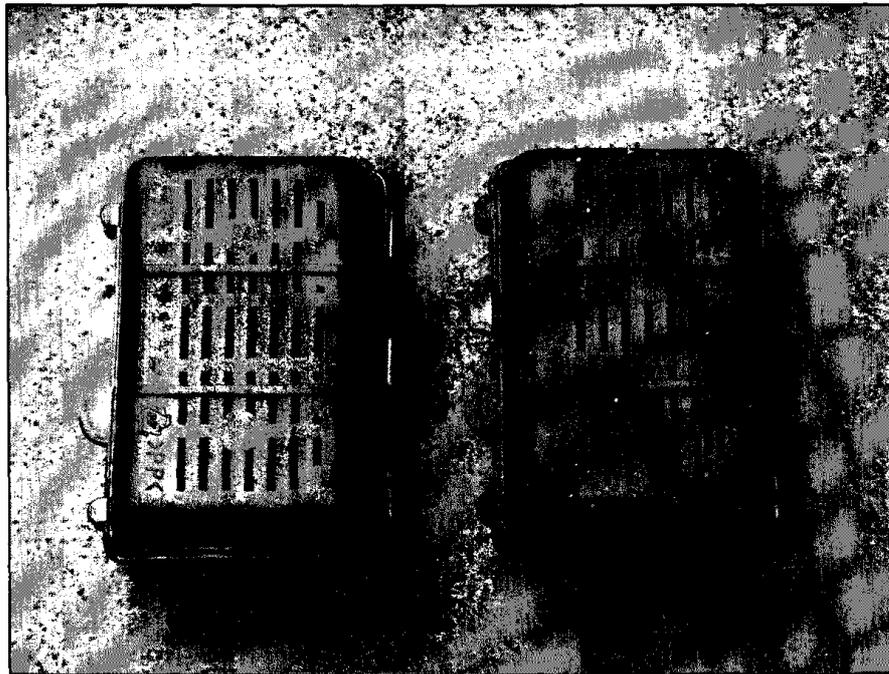
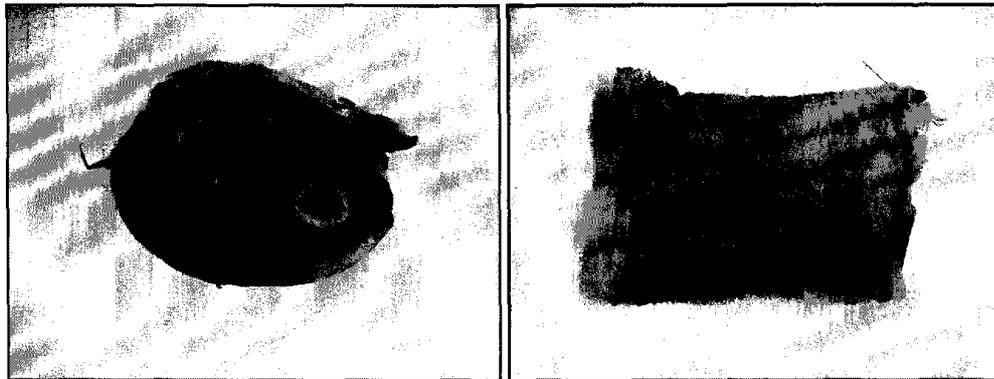


Fig. 3.1.13. 시험조업에 사용된 적색 무형광 미끼통(좌)과 청색 형광 미끼통(우).

또한, 대체미끼의 어획효과에 대한 시험조업은 1차로 2007년 6월 18~19일까지 천연미끼인 고등어(M)와 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T₁GSG_L)을 첨가한 인공미끼의 2종류의 미끼(Fig. 3.1.12)에 대해 2회에 걸쳐 조사하였으며, 2차로 2007년 11월 15~17일까지 천연미끼인 고등어(M)와 다랑어 내장+분쇄 고등어+글루텐+대두박+글리신+알라닌(T₁M₆GSG_LA)을 첨가한 인공미끼의 2종류의 미끼(Fig. 3.1.14)에 대해 3회에 걸쳐 조사하였다. 시험조업에서 고등어(M) 미끼는 적색 무형광 미끼통(RF_N)에 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T₁GSG_L) 및 분쇄 다랑어 내장+분쇄 고등어+글루텐+대두박+글리신+알라닌(T₁M₆GSG_LA) 미끼는 각각 청색 형광 미끼통(BF)에 넣었다.



M

T₁M₆GSG₁A

Fig. 3.1.14. 현장실험에 사용된 고등어와 대체미끼.
 M: 고등어, T₁M₆GSG₁A: 분쇄 다랑어 내장+분쇄 고등어+글루텐+대두박+글리신+알라닌.

어구의 침지시간은 각각 1일로 하고, 조업 위치는 Fig. 3.1.15에 나타난 바와 같이 전남 신안군 우이도 부근의 수심 30~40m인 해역이었다.

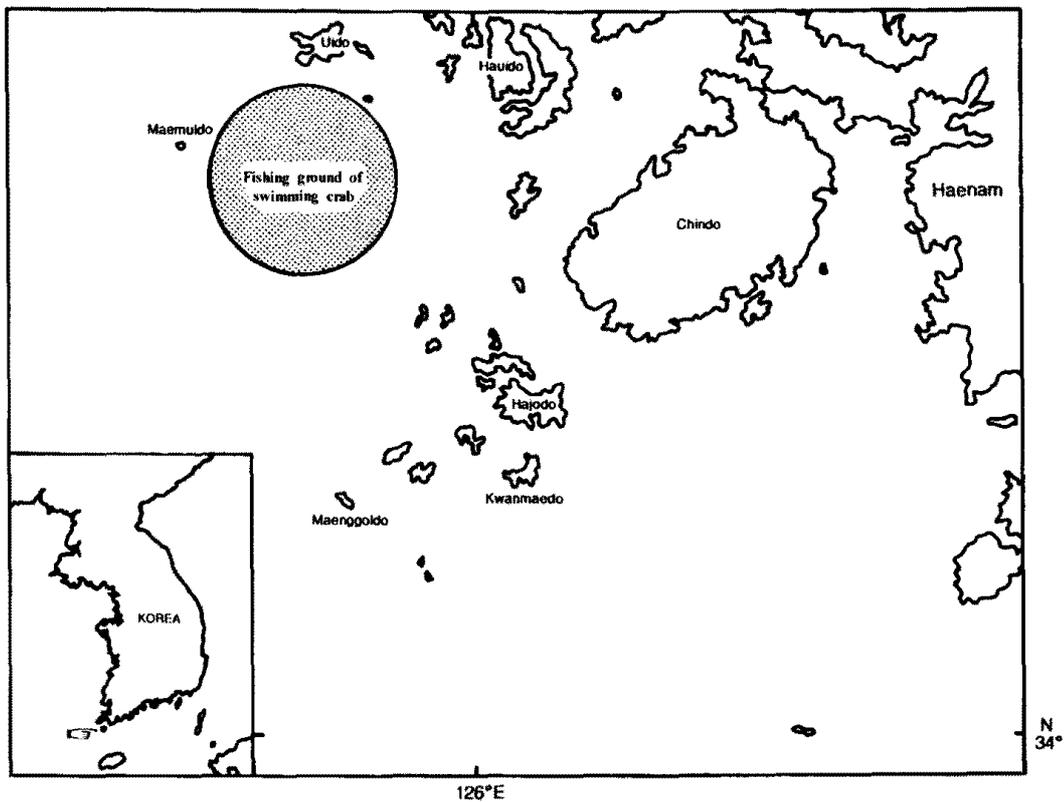


Fig. 3.1.15. 꽃게 통발 시험조업 위치.

형광 미끼통에 대한 유인효과의 시험조업에 사용된 어구는 $\phi 590 \times H250\text{mm}$ 망목 35mm의 통발 135개를 1개조로 구성하여 2개조를 사용하였으며, 대체미끼에 대한 유인효과의 시험조업에서는 200개를 1개조로 구성하여 2개조를 사용하였다.

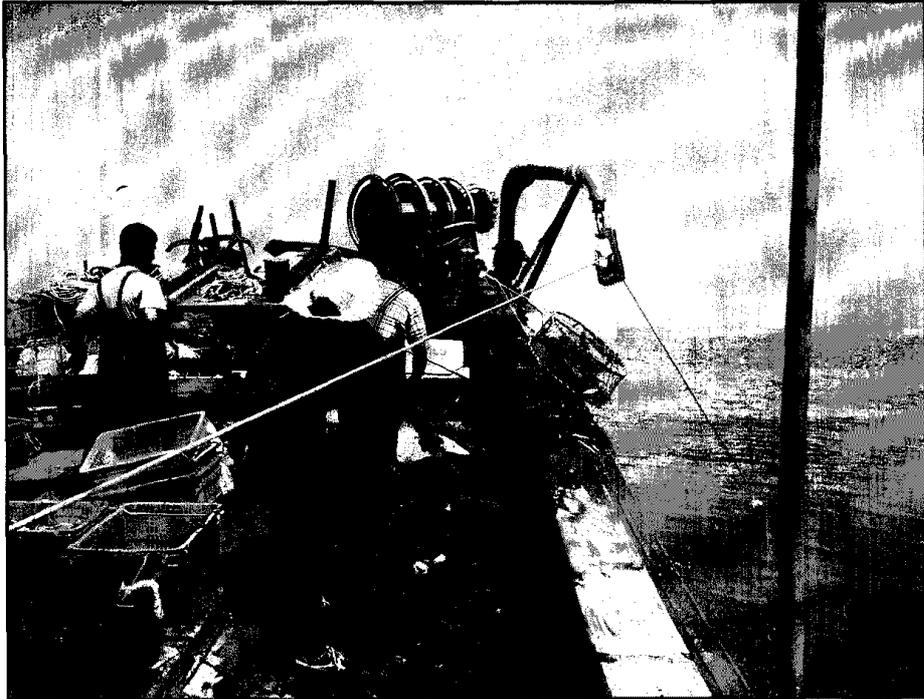


Fig. 3.1.16. 꽃게 통발 시험조업 광경(문성호).

6. 미끼의 생분해도 및 해양오염 기여도 조사

가. 미끼의 형태에 따른 생분해도 평가

꽃게 통발용 미끼의 처리 상태에 따른 수중 생분해도 특성을 파악하기 위하여 고등어를 대상으로 하였다.

미끼용 생선의 처리 또는 제조 상태에 따라 오염물질이 어떤 형태로 분해되어 나오는지를 살펴보기 위하여 Table 3.1.4와 같이 5가지 형태의 미끼를 제조, 준비하였다. 즉, 미끼용 생선인 고등어를 대상으로 껍질의 유무에 따른 영향을 살펴보기 위하여 아무런 처리를 하지 않고 통째로 사용한 시료(A-1)와 껍질을 벗긴 시료(A-2)를 준비하였다.

Table 3.1.4. 천연미끼(고등어)의 형상

Classification	Bait type	Weight(g)
A-1	Raw fish	55.03
A-2	Removing fish skin	61.14
A-3	2 pieces	53.31
A-4	4 pieces	51.44
A-5	8 pieces	54.17
B-1	Tuna's intestines	61.45

또한, 생선의 토막 정도에 따른 영향을 살펴보기 위하여 껍질을 벗기지 않은 시료인 A-1에 대하여 2토막(A-3), 4토막(A-4), 8토막(A-5)을 낸 시료를 준비하여 실험에 사용하였으며, 대조군으로는 다랑어 내장(B-1)을 사용하였다.

실험에 사용된 고등어는 평균 체장이 28cm이고, 평균 중량은 275g이었다. 실험에 사용된 고등어 토막은 껍질을 벗겨내지 않은 상태에서 원하는 토막으로 잘라서 사용하였다.

실험수조는 아크릴 수조이며, 유효 용량은 10ℓ이다. 수리학적 체류시간 12시간, 수조의 단위 횡단면적당 통과유속 $1\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{day}$ 로 담수를 반응조내로 공급하였다.

실험에 사용된 미끼를 원하는 형태로 만든 후, 나일론 양파망으로 제조한 주머니에 넣어 반응조내에 매달아 놓고 1m/d의 유속에 노출시켜 운전시간 경과에 따른 변화를 관측하였다. 반응조내 유속으로 인한 미끼의 부유를 방지하기 위하여 추를 달아 반응조 중앙에 위치하도록 하였으며, 실험에 사용된 반응수조의 개략도는 Fig. 3.1.17에 나타낸 바와 같다.

온도 변화에 따른 영향을 배제하기 위하여 15℃로 유지되는 항온실내에서 실험을 실시하였다. 반응조 내를 호기성 상태로 유지하기 위하여 폭기(aeration)하여 수중에 용존산소(DO)가 일정하게 유지되도록 하였다.

수질 분석은 Standard method(APHA, AWWA, WPCF, 1998)로 분석하였고, 분석 방법 및 사용된 측정 장비는 Table 3.1.5와 같다.

한편, 대조군을 위하여 다랑어 내장에 대한 생분해도 실험을 동일 조건에서 병행 실시 하였으며, 실험기간은 111일간 이었다.

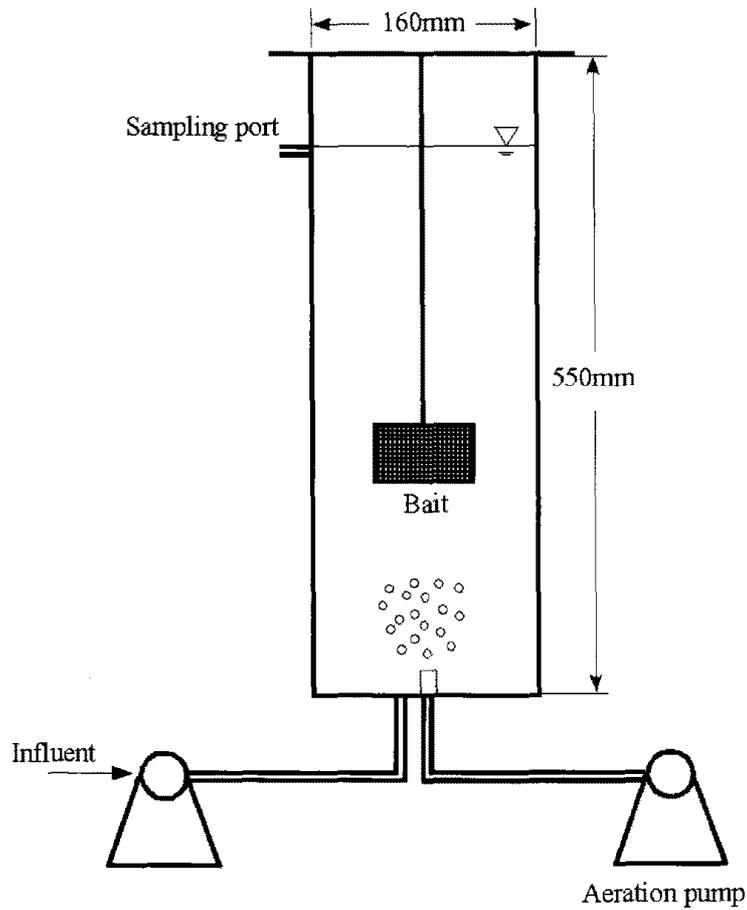


Fig. 3.1.17. 실험용 반응수조의 개략도.

Table 3.1.5. 분석 방법과 측정 장비

Item	Analytical method	Analytical instruments
Temp.(°C)	Electrometric method	YSI 85 DO meter
pH	Electrometric method	ORION 920A pH meter
DO(mg/ℓ)	Electrometric method	YSI 85 DO meter
COD	Acidic potassium permanganate method	
NH ₄ -N	Indophenol method	CARY 1E
NO ₂ -N	Diazotization method	CARY 1E
NO ₃ -N	Brucine method	CARY 1E
T-N	UV-VIS spectrophotometric method	CARY 1E
PO ₄ -P	Ascorbic acid method	CARY 1E
T-P	Ascorbic acid method	CARY 1E

실험 기간 중 반응조내에 유지되었던 pH와 DO는 Table 3.1.6과 같다.

Table 3.1.6. 실험 기간 중 pH 및 DO 범위

Classification	pH	DO(mg/ ℓ)
A-1	7.19~4.46	2.21~4.62 (3.11)
A-2	6.99~7.45	1.47~3.69 (2.88)
A-3	7.16~7.70	2.74~4.87 (3.39)
A-4	7.03~7.42	1.76~4.80 (2.64)
A-5	7.09~7.42	2.35~2.89 (2.62)
B-1	7.04~8.21	1.22~4.63 (2.65)

(): 평균값

나. 미끼의 해양 오염 기여도 조사

1) 시료 채취

꽃게 통발 조업현장에서 인공미끼의 사용이 주변 해역의 수질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 현장에서의 해양수질조사를 실시하였다.

해양수질조사는 2007년 6월 17일 통발을 투입한 후 18일 조업하면서 시료를 채취하였고, 18일 투입한 다음 19일 조업하면서 시료를 채취하였으며, 해양수질조사 위치는 Fig. 3.1.15의 꽃게 통발 시험조업 위치와 같다.

시료는 해중에 통발이 배치된 위치의 맨 처음(1번)과 맨 끝(2번)에서 채취하였으며, 표면(S)과 저층(B) 두 군데에서 채취하였다. 그리고 통발이 배치된 위치에서 1km 정도 이격된 지역을 대조군(3번)으로 채취하였다. 예를 들면, 시료 표시 1S-18은 6월 18일 채취한 시료이며, 통발의 맨 처음 지점의 표층수 시료를 의미한다. 시료는 선상에서 Van dorn sampler로 채취하여 온도, pH, DO는 현장에서 측정하였고(Fig. 3.1.18), 나머지 인자는 시료를 아이스 박스에 넣어 실험실로 옮겨온 후 분석하였다.



Fig. 3.1.18. 해양수질조사용 시료 채취 광경.

2) 분석방법

수질 분석은 Standard method(APHA, AWWA and WPCF, 2005)와 해양환경공정시험방법(Momaf, 2005)을 기준으로 하였으며, 분석방법 및 사용된 측정 장비는 Table 3.1.7과 같다.

Table 3.1.7. 분석방법과 측정 장비

Item	Analytical method	Analytical instruments
Temp.(°C)	Electrometric method	YSI 85 DO meter
pH	Electrometric method	ORION 920A pH meter
DO(mg/L)	Electrometric method	YSI 85 DO meter
COD	Acidic potassium permanganate method	
NH ₃ -N	Indophenol method	CARY 1E
NO ₂ -N	Diazotization method	CARY 1E
NO ₃ -N	Brucine method	CARY 1E
T-N	UV-VIS spectrophotometric method	CARY 1E
PO ₄ -P	Ascorbic acid method	CARY 1E
T-P	Ascorbic acid method	CARY 1E

제2절 연구개발수행 결과

1. 유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분

가. 천연미끼 종류 및 성형 형태에 따른 유인 특성 비교

1) 미끼 종류별 유인 특성 비교

꽃게 통발용 인공미끼를 개발하기 위하여 먼저 현장에서 주로 사용하고 있는 천연미끼의 유인 특성을 조사하였다.

Table 3.2.1은 수조실험을 통하여 천연미끼로 사용하고 있는 고등어, 정어리 및 멸치에 대한 꽃게의 유인효과를 측정된 결과이다.

3종류의 시료 간의 유인효과는 고등어>정어리>멸치의 순으로 높았다. 이것은 현지 조사 결과에서 서해안 어민들이 가장 선호하는 꽃게 통발용 미끼가 고등어였던 것과 일치하였다.

Table 3.2.1. 고등어, 정어리 및 멸치에 대한 꽃게의 유인효과

미끼의 종류	고등어	정어리	멸치
평균 입롱미수	6.9	2.8	2.0

2) 고등어 부위별 유인 특성 비교

고등어를 꽃게 통발용 미끼의 표준으로 선정한 후, 성형의 형태에 따른 유인효과를 비교하기 위하여 고등어를 몸통, 머리, 꼬리 부위로 나누어 유인활성을 비교한 결과는 Table 3.2.2와 같다.

Table 3.2.2. 고등어의 부위별 유인효과

미끼의 부위	머리 부위	몸통 부위	꼬리 부위
평균 입롱미수	2.4	2.5	2.6

조사 결과에서 각 부위간의 차이는 없었는데, 이것은 몸통 중심 부위가 내장이 있는 부위로 유인물질이 많아 유인효과가 클 것으로 예상하였으나, 예상과는 달리 큰 차이가 없었다.

따라서, 더욱 세부적인 검토를 위하여 몸통 부위를 머리쪽 등 부위, 꼬리

쪽 등 부위, 머리쪽 내장 부위, 꼬리쪽 내장 부위로 각각 4등분하여 유인효과를 실험한 결과는 Table 3.2.3과 같다.

Table 3.2.3. 고등어의 세부 부위별 유인효과

미끼의 세부 부위	머리쪽 등 부위	꼬리쪽 등 부위	머리쪽 내장 부위	꼬리쪽 내장 부위
평균 입롱미수	0.6	1.4	0.8	2.0

머리쪽에 비하여 꼬리쪽의 유인효과가 높고, 등쪽보다 내장쪽 부위의 유인효과가 높았다. 즉, 동일한 중량당 표면적이 큰 부위의 유인효과가 높았는데, 이것은 유인물질의 농도 외에 미끼의 인식에 필요한 표면적이 유인효과에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

3) 고등어의 가공 형태에 따른 유인 특성 비교

미끼의 가공 형태에 따른 유인효과를 조사하기 위하여 고등어 중간 부위를 각각 원형, 8등분, 16등분, 분쇄 시료로 나누어 꽃게의 유인효과를 비교한 결과는 Table 3.2.4와 같다.

Table 3.2.4. 고등어의 가공 형태에 따른 유인효과

고등어의 형태	원형	8등분	16등분	분쇄
평균 입롱미수	2.3	1.2	0.4	0.1

유인효과는 원형 > 8등분 > 16등분 > 분쇄 시료의 순으로 높았으며, 미끼인 고등어의 원형이 훼손될수록 유인효과가 급속히 저하되었다. 즉, 분쇄를 하면 유인물질의 방출속도가 빨라서 미끼에 대한 유인효과가 클 것으로 생각되었으나, 실제로는 미끼를 잘게 나누면 나눌수록 급격히 유인효과가 감소하였다. 이것은 시료를 잘게 나누면 상대적으로 단위 중량당 표면적이 증가하여 유인물질의 방출속도가 급속히 증가되어 소실되기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 꽃게의 유인에는 미끼의 표피 및 유인물질의 방출속도가 중요한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

나. 유인활성물질의 분획 및 분석

1) 고등어의 화학적 조성

천연미끼 중 가장 유인효과가 좋은 것으로 조사된 고등어의 화학적 조성을 분석하였다.

실험에 사용한 고등어의 일반 성분은 Table 3.2.5와 같다.

Table 3.2.5. 고등어의 일반 성분 조성 (건물 기준)

단백질 (%)	지방 (%)	회분 (%)	탄수화물 (%)	VBN (mg%)	amino-N (%)	산가	과산화물가 (meq/kg)
61.3	31.6	5.8	1.2	47.5	0.3	13.9	344.5

고등어는 일반 성분 중 단백질, 지방, 회분, 탄수화물의 순으로 함량이 높았으며, 특히 지방의 함량이 31.6%로 비교적 높았다. 지방의 산패 정도를 나타내는 산가와 과산화물가의 값은 각각 13.9와 344.5meq/kg으로써 산패가 상당히 진행되었음을 알 수 있다. 한편, 휘발성 염기질소인 VBN 값은 47.5mg%으로써 미끼용 시료로는 적합한 선도임을 알 수 있다.

핵산 관련물질은 Table. 3.2.6에 나타낸 바와 같이 ATP, ADP, AMP는 모두 분해되어 검출되지 않았고, IMP는 115.1mg%, inosine(HxR)는 67.7mg%, hypoxanthin(Hx)은 53.3mg%이 검출되었다. 그러나, IMP가 검출되고 있는 점으로 미루어 이는 본 실험에 사용한 고등어의 선도가 미끼의 유인효과 실험에는 적합한 것으로 판단되었다.

Table 3.2.6. 고등어의 핵산 관련물질 조성

핵산 관련물질	함량(mg%)
ATP	-
ADP	-
AMP	-
IMP	115.1
Inosine(HxR)	67.7
Hypoxanthin(Hx)	53.3

고등어는 적색 어종으로 지방산은 불포화 지방산이 다량 함유되어 있는 것으로 알려져 있는데, 본 실험에 사용한 고등어의 지방산 조성은 Table 3.2.7에 나타낸 바와 같다.

Table 3.2.7. 고등어의 지방산 조성

	지방산의 종류	조성(%)
14:0	Myristic	3.5
16:0	Palmitic	14.5
18:0	Stearic	5.2
16:1	Palmitoleic	4.7
18:1	Oleic	29.5
20:1	Gadoleic	1.9
22:1	Eruic	0.2
18:2	Linoleic	0.8
18:3	Linolenic	0.2
20:4	Arachidonic	5.9
20:5	Eicosapentaenoic	11.4
22:5	Clupanodonic	1.5
22:6	Docosahexaenoic	14.4

포화 지방산이 23.2%, 1가 불포화 지방산이 36.3%, 다가 불포화 지방산이 34.2%로써 불포화 지방산이 전체 지방산의 2/3 이상을 넘었다. 따라서, 이들 불포화 지방산은 공기 중에 노출되면 포화 지방산에 비하여 산패가 빨리 진행되므로 보관에 유의하여야 한다.

고등어의 유리 아미노산 조성은 Table 3.2.8에 나타낸 바와 같이 히스티딘이 587.3mg%, 타우린이 216.1mg%로 높았다. 그 외 페닐알라닌, 시스틴, 라이신, 알르기닌, 알라닌 순으로 많이 함유되어 있었다. 특히, 히스티딘은 고등어 속(屬) 어류인 고등어, 다랑어 등에 많이 분포되어 있는 아미노산으로서, 이 히스티딘은 효소의 작용에 의해 히스타민으로 변화되어 고등어 어류의 알레르기 원인이 되는 물질이나 어류의 먹이 섭취 자극물질로 보고되고 있다.

Table 3.2.8. 고등어의 유리 아미노산 조성

유리 아미노산	합량(mg%)
ASP	10.8
GLU	25.5
SER	14.3
GLY	15.5
HIS	587.3
TAU	216.1
ARG	36.8
THR	-
ALA	30.6
PRO	6.4
TYR	8.3
VAL	-
MET	6.3
CYS	49.7
ILE	7.5
LEU	14.6
PHE	56.5
LYS	43.4
Total	1,129.5

2) 고등어의 유인활성물질 분획 및 분석

고등어의 꽃게 유인에 관계하는 성분을 조사하기 위하여 일정량의 고등어를 80% 메탄올로 추출한 후, 추출액을 순차적으로 극성도에 n-hexane, chloroform, ethyl acetate, n-butanol 및 water 층으로 분획하여 농축·건조하였다.

고등어 분쇄 시료에 각 획분을 첨가하여 반죽한 후, 각각 꽃게의 유인효과를 비교한 결과는 Fig. 3.2.1과 같다.

각 용매의 수율은 물 > hexan > 부탄올 > 클로로포름 > 순으로 높았고, 꽃게의 유인효과는 물 > 부탄올 > 클로로포름 > hexan의 순으로 높았다. 즉, 극성도가 높을수록 유인효과가 높은 것으로 나타났는데, hexan과 클로로포름 층에 비해 물 층이 월등히 높았다. 이는 대부분의 어류의 경우와 동일하게 꽃게의 경우에도 아미노산 등의 수용성 물질이 지질 등의 지용성 물질에 비해 꽃게의 유인효과가 높음을 알 수 있다. 따라서, 유인효과와 수율을 함께 고려할 때, 꽃게의 유인효과는 물 획분이 가장 효과적인 것을 알 수 있다.

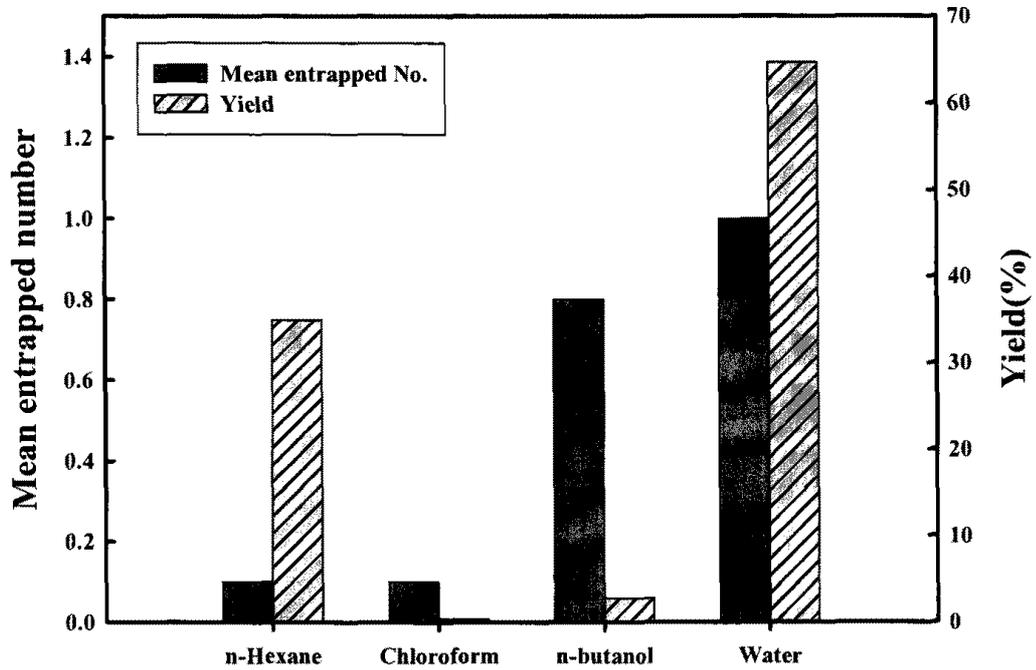


Fig. 3.2.1. 고등어의 용매 극성 획분별 수율 및 평균 입통미수.

한편, 일반적인 생선 비린내가 어획에 미치는 영향을 조사하기 위하여 고등어 시료에 묽은 알칼리 용액을 가하여 염기성 아민 성분의 휘발성을 증가시켰으나, 유인효과의 차이는 없는 것으로 나타났다. 이는 꽃게가 사람과는 다른 인식 기작(mechanism)을 갖고 있기 때문으로 생각된다.

유인효과가 우수한 고등어 물층의 화학적 성분에 대하여 조사한 결과는 Table 3.2.9와 같다.

Table 3.2.9. 고등어와 고등어 물층의 화학적 조성 비교

성분	고등어	고등어 물층
아미노태 질소(%)	0.3	1.64
휘발성 염기 질소(mg%)	47.5	182.27
IMP(mg%)	115.1	3,018.0
HxR(mg%)	67.7	2,045.0
Hx(mg%)	53.3	386.3

고등어 물층의 화학적 조성은 원 시료인 고등어에 비해 아미노태 질소는 5.5배, 휘발성 염기 질소는 3.8배 증가하였고, 핵산 관련물질은 IMP는 26.2배,

이노신(HxR)은 30.2배, 하이포크산틴(Hx)은 7.2배 증가하였다. 즉, 물 획분은 극성도가 높은 획분으로서 아미노산, 휘발성 염기, 핵산 관련물질이 다량 함유되어 있으므로, 이들이 꽃게의 중요한 유인물질 성분일 것으로 추정된다.

고등어 물층의 유리 아미노산 조성은 Table 3.2.10에 나타난 바와 같다. 고등어 물층의 유리 아미노산 조성은 고등어 원 시료의 유리 아미노산 조성과의 유사한 경향을 나타내었다. 즉, 히스티딘, 타우린, 시스틴, 글루타민산, 아르기닌, 알라닌 등이 많이 함유되어 있었다. 그러나, 유리 아미노산의 함량은 고등어에 비해 거의 10배 정도 농축되어 있는 것으로 나타났다.

Table 3.2.10. 고등어 물층의 유리 아미노산 조성

유리 아미노산	함량(mg%)
ASP	163.6
GLU	515.1
SER	189.2
GLY	289.3
HIS	5,323.9
TAU	2,105.4
ARG	501.4
THR	50.5
ALA	467.2
PRO	142.9
TYR	27.9
VAL	0.9
MET	47.7
CYS	928.4
ILE	3.2
LEU	-
PHE	238.5
LYS	96.4
Total	11,111.4

다. 성형물질의 소재 특성

인공미끼를 개발하기 위해서는 유인물질 또는 소재를 일정한 형태로 배합, 성형하여야 한다. 이 때 물질을 서로 결합할 수 있는 소재로 경제성, 작업성 등을 검토하여 변성 전분, 글루텐, 알긴산을 선정하였다.

고등어 분쇄육 결착을 위해 변성 전분, 글루텐, 알긴산염을 사용한 3종의 시료와 대조로 고등어 원형 미끼를 사용하여 결착제 첨가가 꽃게의 유인효과를 비교한 결과는 Table 3.2.11과 같다.

Table 3.2.11. 결착제별 꽃게의 유인효과 비교

결착제	변성 전분	글루텐	알긴산	고등어 원형
평균 입통미수	2.0	1.9	1.4	2.1

변성 전분과 글루텐을 사용한 시료는 고등어 원형에 비해 유인효과에는 큰 차이가 없었다. 이는 변성 전분과 글루텐 모두 꽃게가 기피하는 물질이 아님을 알 수 있다. 또한, 각 결착제별 꽃게의 유인효과는 변성 전분>글루텐>알긴산염의 순이었으나, 가격과 작업성을 고려할 때 글루텐이 가장 적합한 것으로 판단하였다. 따라서, 이후의 유인물질 평가실험에는 글루텐을 결착제로 사용하였다.

2. 대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공

가. 농수축산 부산물을 이용한 대체미끼 선정

꽃게 통발 미끼를 개발하기 위해 우선 국내외에서 사용되고 있는 농수축산 부산물의 미끼의 특성을 조사하였다. 부산물의 선정을 위해 국내 어민의 경험과 인터넷을 통한 조사를 하였고, 국내 생산량을 고려하여 부산물을 선정하였다.

국내에서는 꽃게 통발용 미끼로 농수축산 부산물을 사용하고 있지 않으나, 외국에서는 sports fishing의 일종으로 각종 부산물을 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

Fig. 3.2.2는 수산 부산물인 고등어 내장, 다랑어 내장, 오징어 내장, 멸치 자숙액의 비교실험 결과이다.

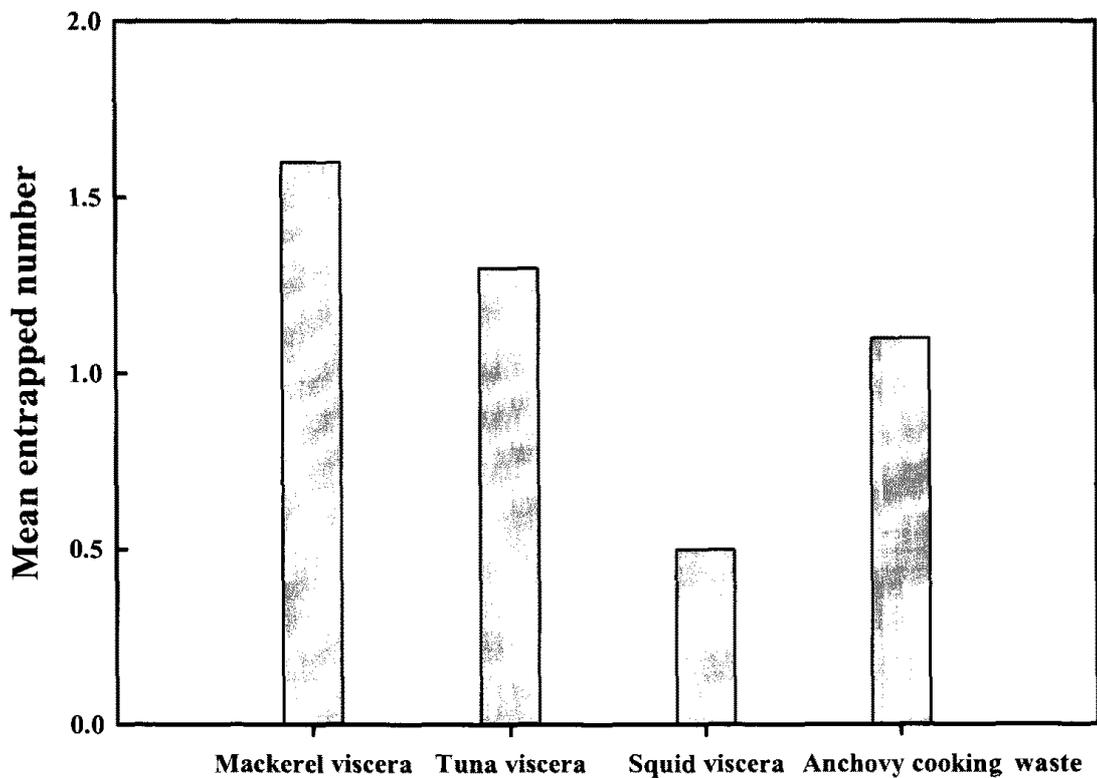


Fig. 3.2.2. 수산 부산물의 유인효과 비교.

4종의 시료에 대한 평균 입롱미수는 고등어 내장이 가장 높았고, 다음으로 다랑어 내장, 멸치 자숙액, 오징어 내장의 순이었다. 고등어와 다랑어는 국내 수산식품 중 큰 비중을 차지하는 품목으로써, 다랑어 내장은 참치 통조림 부산물로, 고등어 내장은 최근 생산량이 급격히 증가되고 있는 염장 고등어 제조시 부산물로 얻을 수 있다. 그러나, 원료 수급면에서 볼 때 다랑어 내장은 참치 통조림공장에서 대규모로 구입할 수 있는 반면, 고등어는 소규모 가공업체에서 원료를 수급해야 하는 문제점이 있기 때문에, 다랑어 내장이 원료 수급 및 가격면에서 경쟁력이 높을 것으로 판단된다.

한편, 농축산 부산물은 Fig. 3.2.3에 나타낸 바와 같이 수산 부산물에 비해 유인효과가 매우 낮았다.

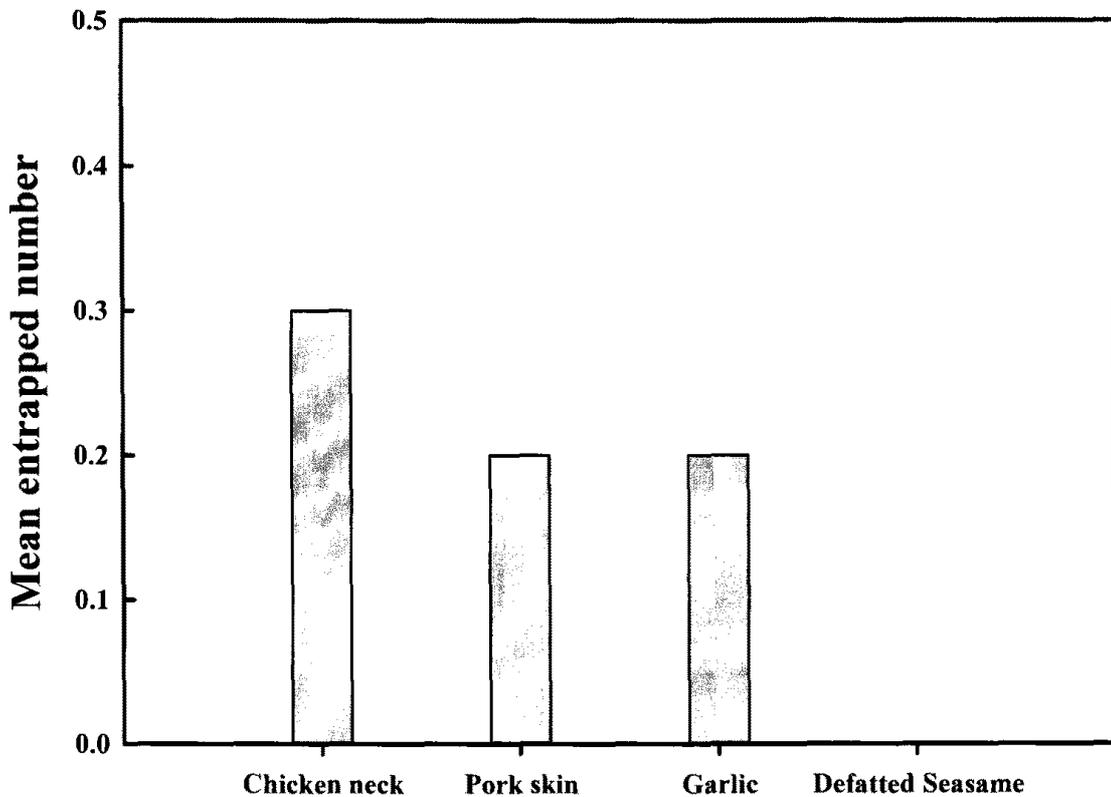


Fig. 3.2.3. 농축산 부산물의 유인효과 비교.

나. 대체 소재에 대한 유인활성물질의 분획 및 분석

대체 소재로써 이용 가능성이 높은 다랑어 내장의 유인효과를 조사하기 위하여 Table 3.2.12와 같이 일반 성분 및 미량 성분을 각각 분석하였다.

Table 3.2.12. 다랑어 내장의 일반 성분 조성

일반 성분	(건물 기준: %)			
	단백질	지방	회분	탄수화물
다랑어 내장	73.1	20.2	6.7	0

다랑어 내장의 일반 성분은 건물 기준으로 단백질 73.1%, 지방 20.2%, 회분 6.7%로써 고등어에 비해 단백질의 함량이 높고, 지방의 함량은 낮으며, 회분의 함량은 약간 높았다.

핵산 관련물질은 Table 3.2.13에 나타낸 바와 같이 ATP, ADP, AMP는 소실되어 검출이 되지 않았고, IMP 73.2mg%, 이노신 28.1mg%, 하이포크산틴

168.7mg%이 검출되었다. 즉, 다랑어는 냉동 상태로 보관되어 통조림 공장에 반입이 되는데, 통조림 제조 중 부산물로 얻어 지는 다랑어 내장은 통조림 제조 공정 중 해동 과정에서 대부분의 ATP, ADP, AMP가 분해된 것으로 판단된다. 그러나, IMP의 함량이 73.2mg% 정도 함유되어 있는 것으로 미루어 볼 때, 선도는 비교적 양호한 것으로 판단된다.

Table 3.2.13. 다랑어 내장의 핵산 관련물질 조성

핵산 관련물질	함량(mg%)
ATP	-
ADP	-
AMP	-
IMP	73.2
Inosine	28.1
Hypoxanthin	168.7

다랑어 내장의 유리 아미노산 조성은 Table 3.2.14에 나타낸 바와 같이 글루타민산, 루이신, 아스파틱산, 아르기닌, 알라닌 등이 많이 함유되어 있었다. 즉, 고등어와 달리 히스티딘의 함량은 매우 낮았는데, 다랑어는 고등어와 유사한 종이지만 내장의 유리 아미노산 조성은 매우 차이가 났다.

다랑어 내장의 지방산의 함량은 Table 3.2.15에 나타낸 바와 같이 포화 지방산인 16:0과 고도불포화 지방산인 22:6 2종의 지방산이 50%를 넘게 차지하였다. 즉, 포화 지방산이 48.4%, 1가 지방산이 24.0%, 다가 지방산이 27.6%로써 고등어에 비해 포화 지방산이 낮고, 지방 함량도 낮아 고등어 비해 산패 발생 가능성이 낮은 것으로 나타났다.

Table 3.2.14. 다랑어 내장의 유리 아미노산 조성

유리 아미노산	합량(mg%)
ASP	362.2
GLU	432.2
SER	193.8
GLY	186.4
HIS	179.3
TAU	241.2
ARG	302.2
THR	157.0
ALA	308.0
PRO	180.0
TYR	237.2
VAL	264.7
MET	109.5
CYS	179.9
ILE	238.7
LEU	371.3
PHE	52.2
LYS	105.1
Total	4,100.9

Table 3.2.15. 다랑어 내장의 지방산 조성

지방산의 종류	조성(%)	
14:0	Myristic	10.5
16:0	Palmitic	30.7
18:0	Stearic	8.5
16:1	Palmitoleic	5.0
18:1	Oleic	18.0
20:1	Gadoleic	1.0
22:1	Eruic	0.6
18:2	Linoleic	0.5
18:3	Linolenic	0.1
20:4	Arachidonic	2.1
20:5	Eicosapentaenoic	3.4
22:5	Clupanodonic	2.3
22:6	Docosahexaenoic	20.9

다. 대체 소재의 유인 획득의 이화학적 특성

대체미끼의 소재로서 이용 가능성이 높은 다랑어 내장의 유인활성물질의 분획을 위하여 각 시료에 10배의 증류수를 첨가하여 균질기로 균질한 후, n-hexane, chloroform, ethyl acetate, n-butanol 및 water로 연속 분획하였다. 각 분획물을 글루텐 반죽시 일정 농도 첨가하여 유인효과를 비교 분석한 결과는 Fig. 3.2.4와 같다.

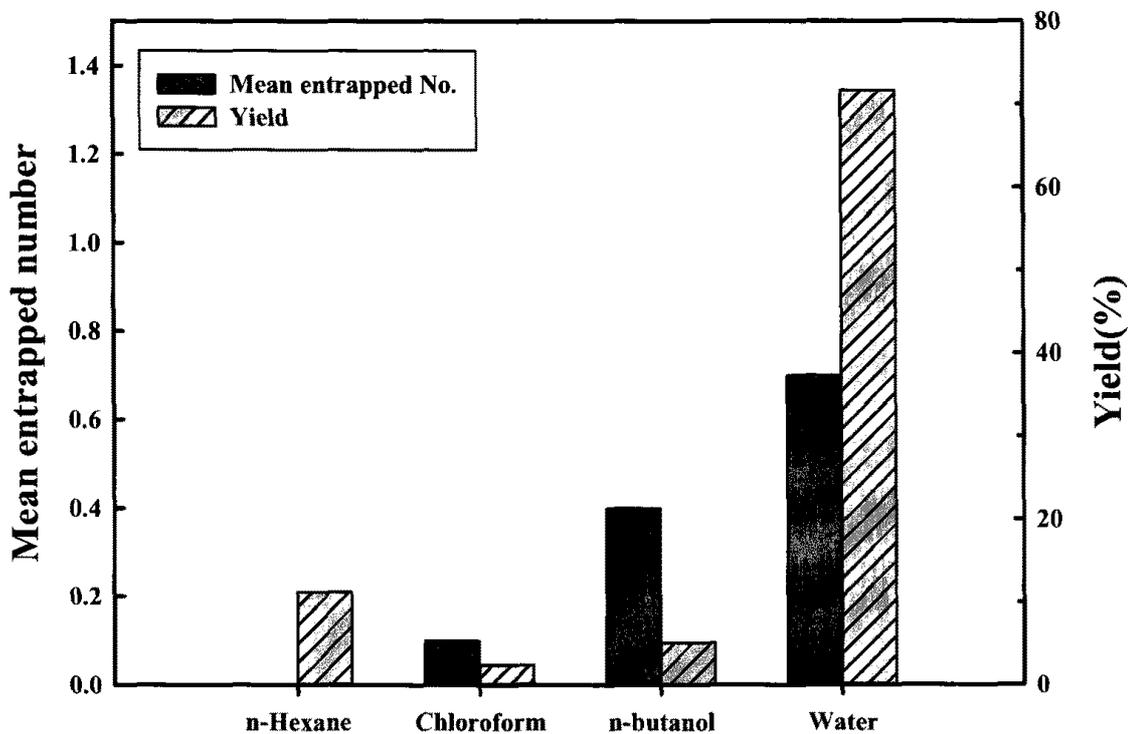


Fig. 3.2.4. 다랑어 내장의 용매 극성 획득 수율 및 평균 입룡미수.

다랑어 내장의 유인활성물질의 각 획득에 대한 평균 입룡미수는 물 > 부탄올 > 클로로포름 > 헥산의 순으로 많았다. 즉, 극성도가 높을수록 유인효과가 높았는데, 이는 대부분의 어류의 유인효과와 동일하게 아미노산, 헥산 관련물질 등의 극성 물질이 중성 지질의 비극성 물질에 비하여 유인효과가 큰 것으로 판단되었다.

활성이 우수한 다랑어 내장 물층의 화학적 조성을 분석한 결과는 Table 3.2.16과 같다.

Table 3.2.16. 다랑어 내장 물층의 화학적 조성

성분	다랑어 내장	다랑어 내장 물층
아미노태 질소(%)	-	5.04
휘발성 염기 질소(mg%)	-	630.47
IMP(mg%)	73.2	338.3
HxR(mg%)	28.1	180.0
Hx(mg%)	168.7	306.9

다랑어 내장 물층의 화학적 조성은 아미노태 질소는 5.04%, 휘발성 염기질소는 630.47mg%로써 고등어 물층에 비해 각각 3.1배, 3.5배 정도 함량이 높아 수용성 물질의 함량이 높음을 알 수 있었다. 핵산 관련물질은 IMP는 338.3mg%, 이노신은 180.0mg%, 하이포크산틴은 306.9mg%로써 원 시료인 다랑어 내장에 비하여 증가되었음을 알 수 있다. 즉, 물층은 극성도가 높은 핵분인 아미노산, 휘발성 염기질소, 핵산 관련물질이 다량 함유되어 있으므로, 이들이 중요한 꽃게의 유인물질 성분일 것으로 추정된다.

다랑어 내장 물층의 유리 아미노산의 함량은 조사한 결과는 Table 3.2.17에 나타낸 바와 같다.

다랑어 내장 물층의 아미노산 조성은 아르기닌, 글루타민산, 아스파틱산, 알라닌, 발린의 함량이 높았으며, 다랑어에 비해 전체 유리 아미노산은 3.5배로 농축되어 있는 것으로 나타났다.

라. 대체 소재의 성형 형태에 따른 구조 선정

혼합 paste상으로 제조된 재료를 다음과 같은 형태로 성형하여 효과를 시험하였다.

1) 입자형 성형

Blade를 제거한 Chopper(M-22S, Korea Fuji)에 $\phi 3\text{mm}$ 구멍 크기의 Plate만을 장착하여 30cm 길이의 가닥형($\phi 3\text{mm}$)으로 성형 후 건조하고, 입자형이 되도록 절단하였다. 그러나, 이 가공 형태의 성형방법은 유인물질의 확산속도가 너무 빠르고, 지속시간이 너무 짧아서 통발용 미끼의 성형 형태로는 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

Table 3.2.17. 다량어 내장 물층의 유리 아미노산 조성

유리 아미노산	함량(mg%)
ASP	1,451.6
GLU	1,676.3
SER	806.8
GLY	626.1
HIS	571.7
TAU	919.6
ARG	2,246.4
THR	-
ALA	1,357.4
PRO	852.6
TYR	669.9
VAL	1,026.3
MET	140.8
CYS	35.2
ILE	697.5
LEU	895.7
PHE	249.7
LYS	630.1
Total	14,853.6

2) 다발형 성형

다공체를 만들기 위하여 입자형 성형에서와 같이 $\phi 3\text{mm} \times L30\text{cm}$ 로 사출된 가닥을 $\phi 25\text{mm}$ 의 다발 형태로 묶었다. 띠모양(국수형)의 방법은 다량의 대두박 함량으로 인한 신전성 부족으로 가공이 불가능하였다. 따라서, 인공미끼의 가공 형태로는 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

3) 봉상형 성형

소시지용 Stuffer(INSACC F8, SIRMAN)에 $\phi 25\text{mm}$ 의 사출구에 $\phi 30\text{mm}$ 의 Krehalon 튜브를 삽입 성형한 후 동결, 절단(L25mm)하였다. 이 가공 형태의 성형방법은 유인물질의 확산속도 및 지속시간의 조절이 용이하고, 가공이 쉬운 것으로 나타났기 때문에, 본 연구에서의 가공 형태로 채택하였다.

마. 꽃게의 인식 특성

1) 형광발생 실험

본 실험에서는 자외선 파장 254nm(6W, 30cm 거리) 영역과 파장 365nm 영역에서 육질과 미끼통의 형광발생 실험을 하였다.

UV 단파장의 경우 형광이 극히 미약하였는데, 250nm 이하에서는 형광이 발생하지 않는다는 이론적 배경과 일치하였으며, UV 장파장 영역에서는 발생량이 많은 것을 확인하였다.

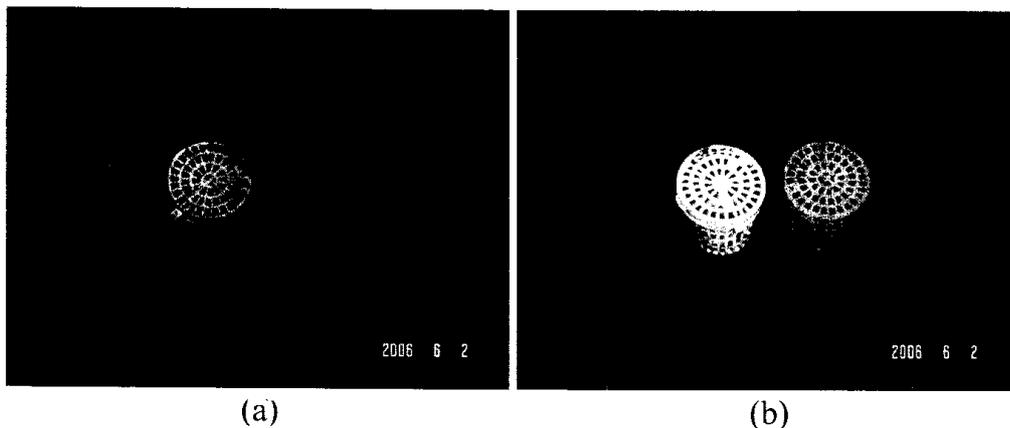


Fig. 3.2.5. UV 단파장 및 장파장 하에서의 형광 비교.
(a) UV 단파장 하에서의 형광,
(b) UV 장파장 하에서의 형광.

2) 미끼의 형광 특성

꽃게는 특정 화학물질에 대한 식별 능력 뿐만 아니라 시각을 이용한 물체 식별 능력이 있다는 것을 알 수 있었다(Chang et al., 2007). 따라서, 꽃게 통발 미끼 개발을 위해서는 유인 물질의 개발과 함께 꽃게의 먹이 식별 능력을 고려한 미끼 개발이 필요하다.

낙시어업이나 통발어업에서 대체미끼로 사용되거나 꽃게의 먹이로 알려져 있는 몇몇 시료의 형광 특성을 UV 장파장 하에서 조사하였다.

Fig. 3.2.6과 같이 고등어 표피, 고등어 내장, 게 다리, 게 몸통, 돼지 비계, 크릴 등의 모든 시료가 UV 장파장 하에서 선명한 청색과 노란색 계통의 형광을 띄고 있음을 알 수 있었다. 생활 자외선인 UV 장파장이 수중 생물에 미치는 영향에 대한 연구가 최근 국제적으로 활발히 진행되고 있는데, 낙시나 통발에서 사용되는 미끼 분야에서도 UV 장파장이 수중생물의 시각 인식에 미치는 영향

에 대한 보다 많은 검토가 요구된다.

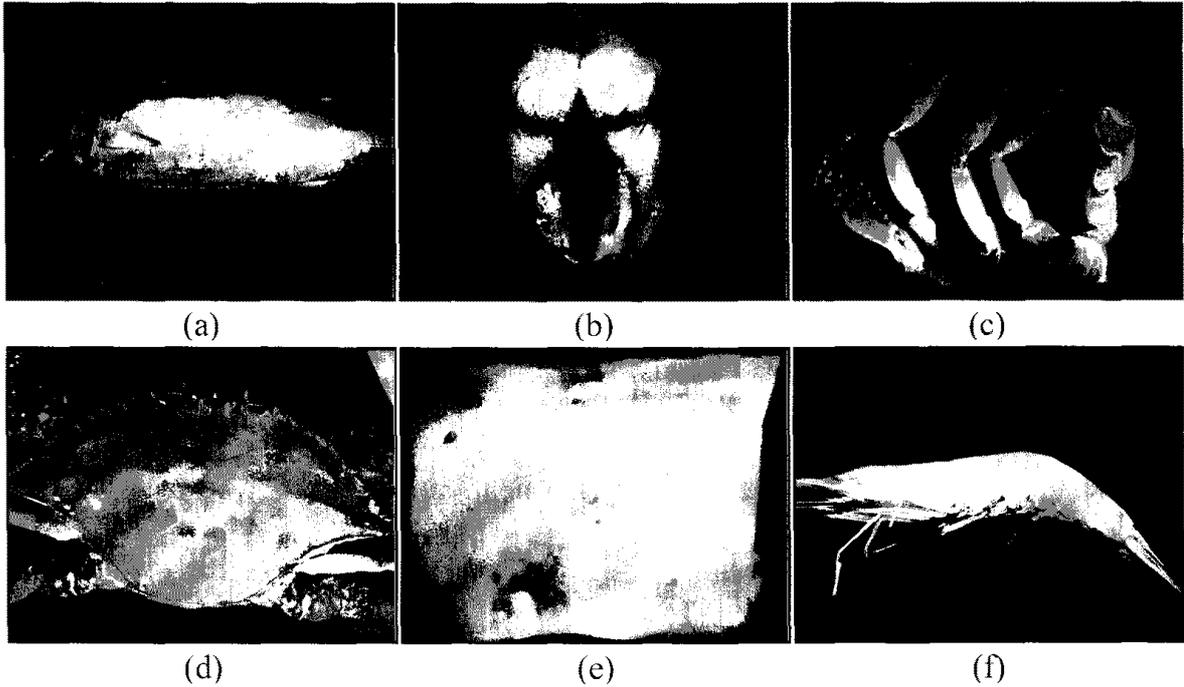
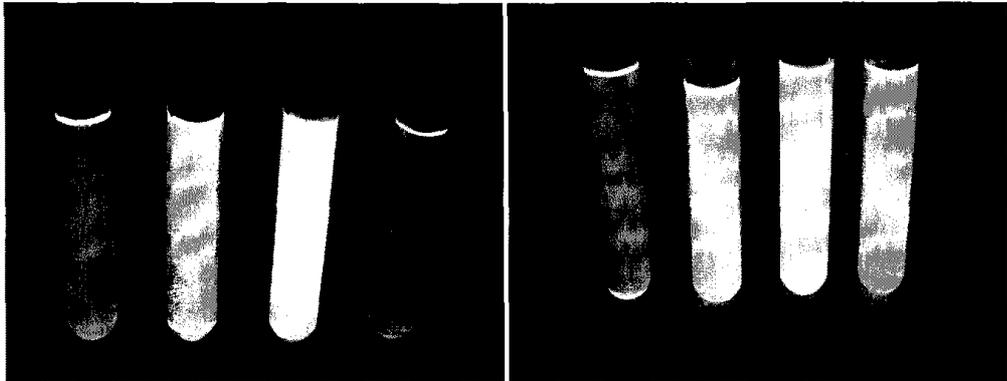


Fig. 3.2.6. UV 장파장 하에서 나타난 미끼 소재별 형광.
(a) 고등어 표피, (b) 고등어 내장, (c) 게 다리,
(d) 게 몸통, (e) 돼지 비계, (f) 크릴.

3) 고등어 표피의 형광 성분 분석 및 특성

꽃게 미끼 시료 중 1차년도와 2차년도 반복 실험을 통해 가장 우수한 미끼 특성을 가진 고등어의 등쪽 표피 부분과 배쪽 표피 부분의 형광 특성을 Fig. 3.2.7과 같이 조사하였다. 용매의 극성을 달리하면서 형광 물질을 분석한 결과, 예상과 달리 대부분의 청색 형광은 배와 등 표피의 모든 물층에서 확인되었다. 이들 물질의 UV spectrum은 각각 Fig. 3.2.8 및 Fig. 3.2.9와 같다. 즉, 등과 배쪽의 물질이 동일한 물질이 아니라 여러 물질이 혼합되어 있는 것을 알 수 있었다.



(a)

(b)

Fig. 3.2.7. 고등어 표피 추출물의 형광.
(a) 배, (b) 등.

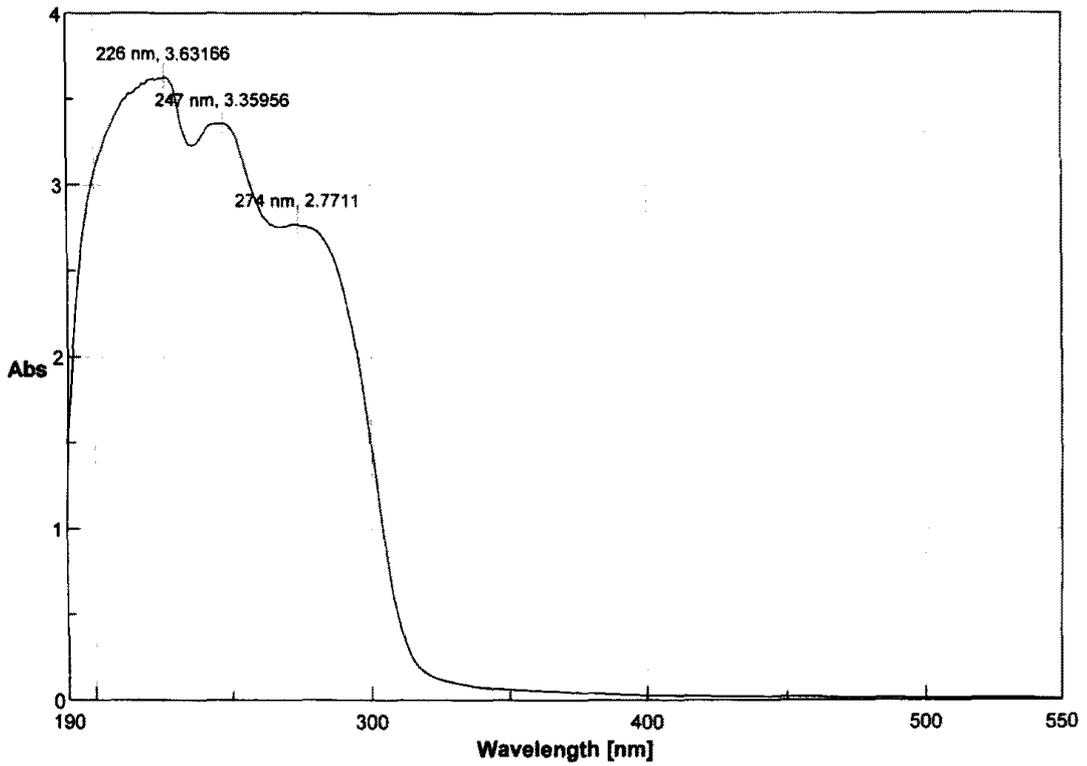


Fig. 3.2.8. 고등어 등 표피의 물층 UV spectrum.

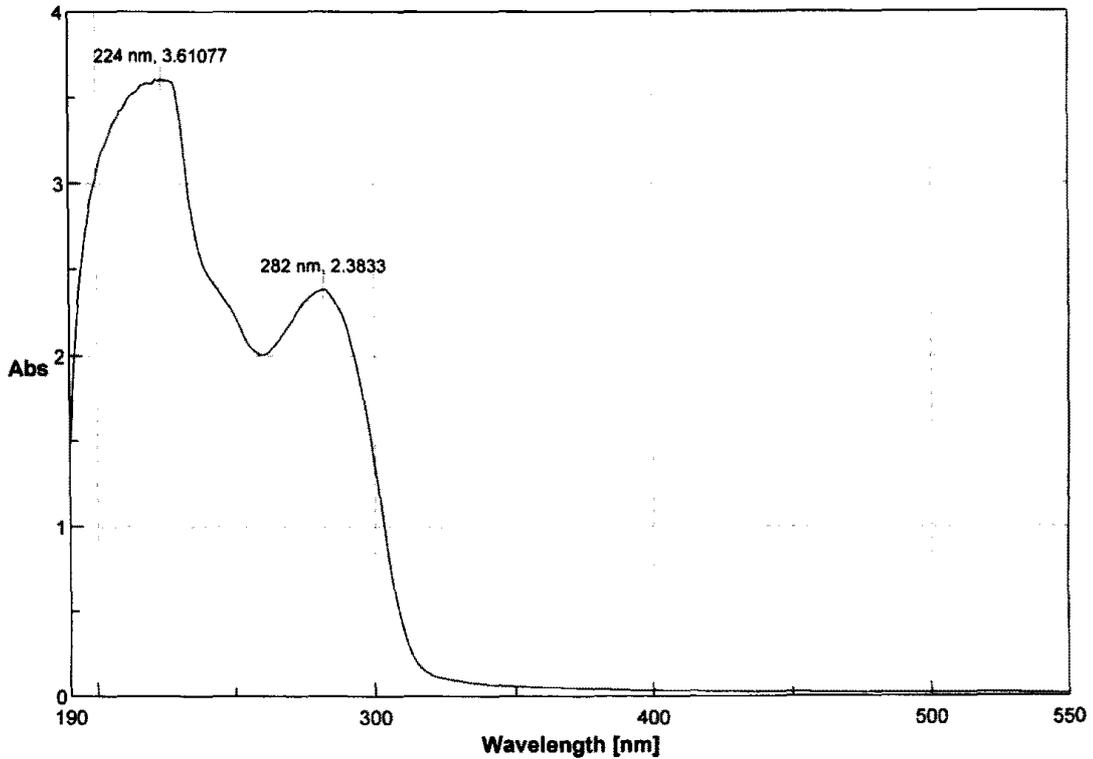


Fig. 3.2.9. 고등어 배 표피의 물층 UV spectrum.

3. 고성능 인공미끼의 대량생산법 개발

가. 인공미끼의 부재료 및 배합비 설정

다랑어 내장을 이용한 인공미끼를 제조하기 위해 수조실험와 현장조사에서의 유인효과, 작업성 및 경제성 등을 종합하여 Table 3.2.18과 같이 배합비를 설정하였다.

Table 3.2.18. 인공미끼의 배합비

원·부재료	규격	배합비
다랑어 내장	참치공장 부산물(냉동)	70
고등어	분쇄 육(냉동)	30
대두박	사료용	30
글루텐	식품 첨가물용	10
글리신	식품 첨가물용	0.2
알라닌	식품 첨가물용	0.2

참치 통조림공장에서 부산물로 값싸게 대량 구입이 가능한 다랑어 내장을 주원료로 하고, 여기에 어획률을 보강하기 위해 분쇄한 고등어 30%를 첨가하였다.

다랑어 내장은 수분이 높기 때문에 성형이 어려운 문제점이 있으므로, 이를 보완하기 위해 값싸고, 꽃게가 기피하는 성분이 없는 대두박을 30% 첨가하여 수분을 조절하였다.

글루텐은 분쇄한 다랑어 내장과 고등어를 성형하기 위해 결합제로 첨가하였으며, 알라닌과 글리신은 문헌조사와 예비실험을 통해 각각 0.2%로 설정하였다.

나. 저장기간에 따른 성분 변화

설정된 배합비에 따라 다음과 같이 인공미끼를 제조하였다. 즉, 냉동된 다랑어 내장과 고등어를 해동한 후 silent cutter에 넣어 균일하게 갈았다. 그리고 알라닌과 글리신을 넣고 다시 완전히 균질화한 후 대두박과 글루텐을 넣고 완전히 균질화하였다. 균질된 미끼를 충전기에 넣고, 소시지 film 형태의 부직포에 충전한 후 일정한 무게로 절단하여 -30℃에서 동결한 후 스티로폼 박스에 넣어 -20℃ 냉동고에서 저장하였다.

-20℃ 동결 중 저장기간에 따른 성분의 변화는 Table. 3.2.19와 같다.

Table 3.2.19. 인공미끼의 저장기간에 따른 성분 변화

성분	저장기간(일)	
	0	270
아미노태 질소(%)	1.26	1.45
휘발성 염기질소(mg%)	96.3	96.3
산가	102.8	167.3
과산화물가(mg/g)	24.5	60.0

9개월간의 저장기간 중 유인성분인 아미노태 질소의 함량은 1.26%에서 1.45%로 완만히 증가하였고, 효소 및 미생물의 작용에 의해 단백질 등의 성분이 분해되어 발생하는 휘발성 염기질소의 함량은 96.3mg%로 변화가 없었다. 따라서, 미끼 저장 중 미생물과 효소 등에 의한 성분 변화는 거의 없음을 알 수

있었다. 반면에, 지방의 산패 정도를 나타내는 산가와 과산화물가는 각각 62.7%, 144.9%씩 증가하여 -20℃ 저장 중에도 지방의 산패가 발생되었음을 알 수 있다. 이것은 인공미끼를 부직포에 충전한 후 스티로폼 박스에 보관하는 동안 냉동고 내의 공기에 의한 산패가 발생되었기 때문으로 판단된다. 즉, 미끼에 다량 함유되어 있는 지방의 산패가 -20℃의 동결고에 저장 중에도 서서히 발생함을 알 수 있다. 따라서, 인공미끼의 저장 중 성분 변화를 최소화하기 위해서는 진공 포장하거나 공기를 차단하여 -20℃로 저장하면 9개월 이내에는 품질 변화를 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다.

다. 침지시간에 따른 성분 유출량

고등어 꼬리 부분을 원형, 8절, 16절 및 성형으로 나누어 각각 12시간 흐르는 물속에 침지하면서 시간 변화에 따른 무게 및 성분 변화를 검토하였다.

침지시간에 따른 무게의 변화는 Fig. 3.2.10과 같다. 침지시간이 증가할수록 원형, 8절 및 16절의 시료는 무게가 감소한 반면에 성형 시료는 오히려 무게가 증가하였다. 이는 분쇄한 고등어에 첨가한 30%의 대두박과 10%의 글루텐으로 인하여 흡수된 물의 양이 침지 중 소실된 량보다 증가하기 때문으로 추측된다. 원형, 8절, 16절의 경우에는 잘게 자를수록 증가하였다. 즉, 16절, 8절이 원형보다 소실 속도가 증가하였는데, 이는 표면적의 증가로 인한 유실 속도가 증가하기 때문으로 추측된다. 특히, 16절의 경우 무게의 감소 속도가 급속히 증가하였다.

침지시간에 따른 아미노태 질소, 휘발성 염기질소, 산가 및 과산화물가의 변화는 Fig. 3.2.11에 나타낸 바와 같다. 아미노태 질소는 원형, 8절, 16절 모두 2시간 이내에 급격히 감소하고, 이후 완만한 감소 경향을 나타내었다. 2시간의 경우 16절>8절>원형 순으로 감소 속도가 증가하였는데, 이는 앞의 무게 변화와 같은 경향으로서 고등어의 조각이 증가되면 될수록 표면적이 증가하여 수용성인 유리 아미노산의 유출 속도가 증가하기 때문으로 여겨진다. 반면에, 성형 시료는 6시간까지 완만히 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 부형제인 대두박과 결합제인 글루텐에 수용성 아미노태 질소 성분이 흡착되어 서서히 유출되

기 때문으로 생각된다. 휘발성 염기질소도 아미노태 질소와 유사한 경향을 나타내었다. 즉, 2시간째에 급격한 감소가 일어났고, 조각이 증가되면 증가될수록 감소 속도가 증가하였으나, 성형 시료는 완만한 감소를 나타내었다. 지방의 산패 지표인 유리 지방산의 함량을 나타내는 산가는 앞의 아미노태 질소와 동일하게 전 시료 모두 2시간째에 급격히 감소하였고, 이 후 완만한 감소 경향을 나타내었다. 성형 형태에 따라서는 아미노태 질소와 달리 8조각이 가장 많이 감소한 반면에 16조각이 가장 작은 감소를 나타내어 수용성 물질인 아미노태 질소와는 다른 경향을 나타내었다. 특히, 동일하게 산패 정도를 나타내는 과산화물가도 산가와 같이 성형 형태에 따른 감소 경향은 수용성 물질인 아미노태 질소와 다른 경향을 나타내었다.

지질, 단백질, 회분 및 수분의 변화는 Fig. 3.2.12에 나타낸 바와 같이 전 시료 모두 침지시간에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았다.

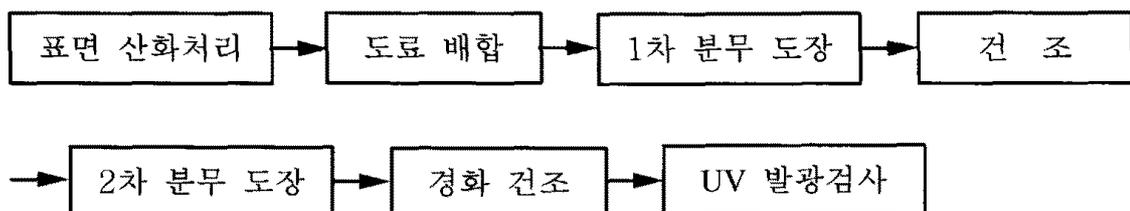
따라서, Chang et al.(2007)의 꽃게 통발용 미끼의 유인효과 실험에서 시료를 조각을 작은 조각으로 나눌수록 어획량이 감소하고, 또한 4시간 이후 급격히 유인효과가 감소하는 결과로 미루어, 유인물질로 작용하는 고등어를 조각내면 날수록 표면적이 넓어져 유인물질의 유출량이 급속히 증가되는 것과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다.

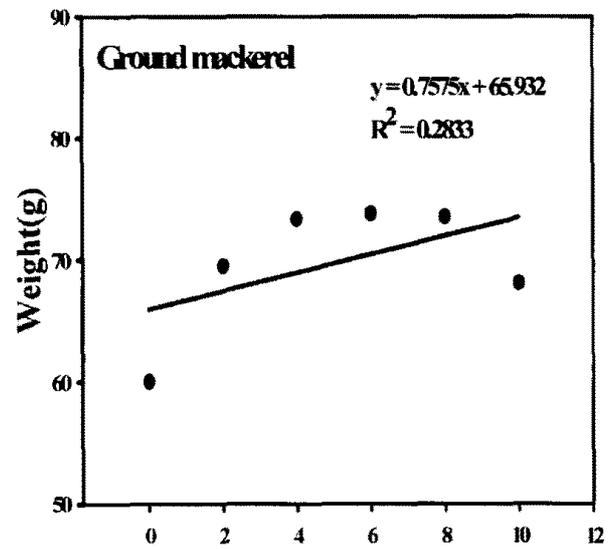
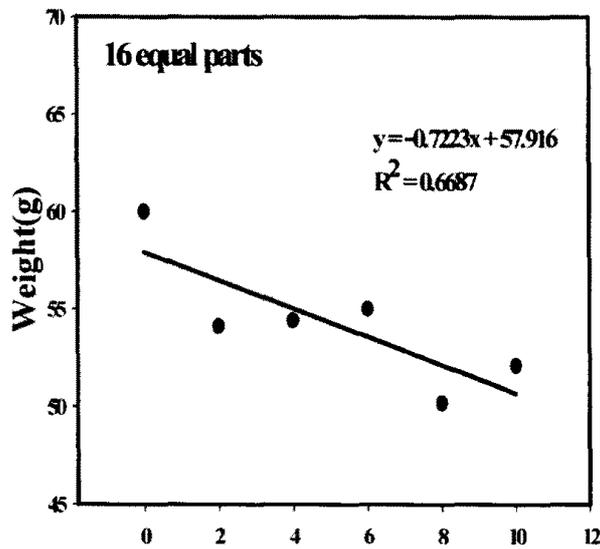
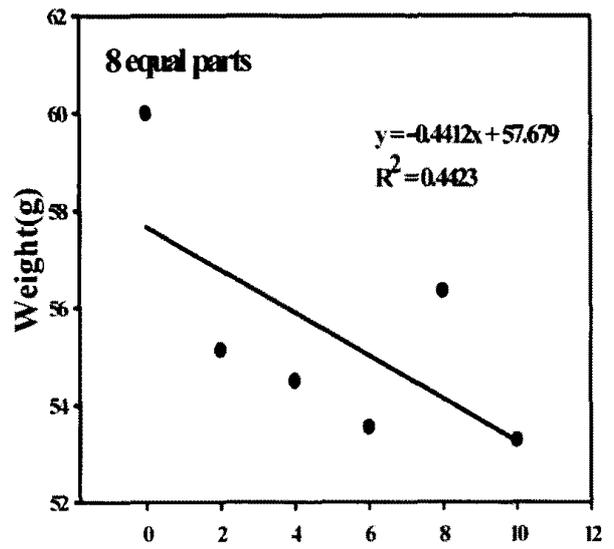
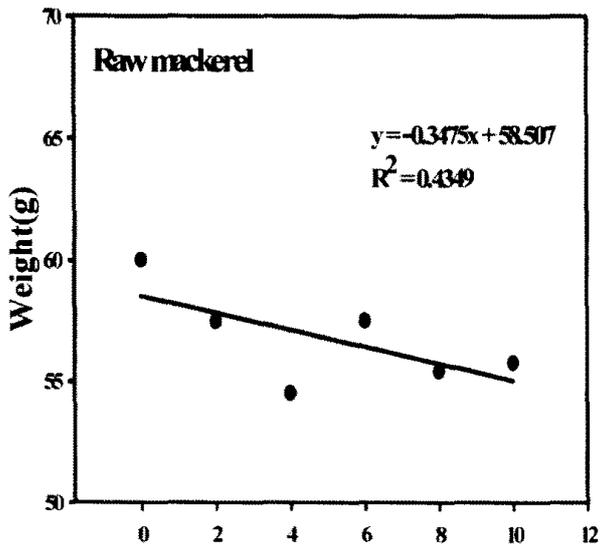
라. 인공미끼의 대량생산법 검토

1) 형광 미끼통의 생산

가) 도장작업의 공정

색상별 도장작업의 공정은 다음과 같으며, 색상별 도장작업은 미끼통에 2회의 도장으로 자외선 장파장에 강한 형광을 발생시킬 수 있었다.





Soaked time (hour)

Soaked time (hour)

Fig. 3.2.10. 침지시간에 따른 미끼의 무게 변화.

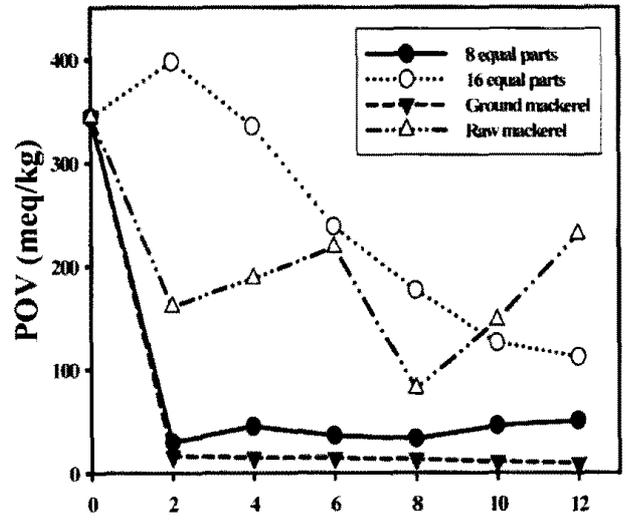
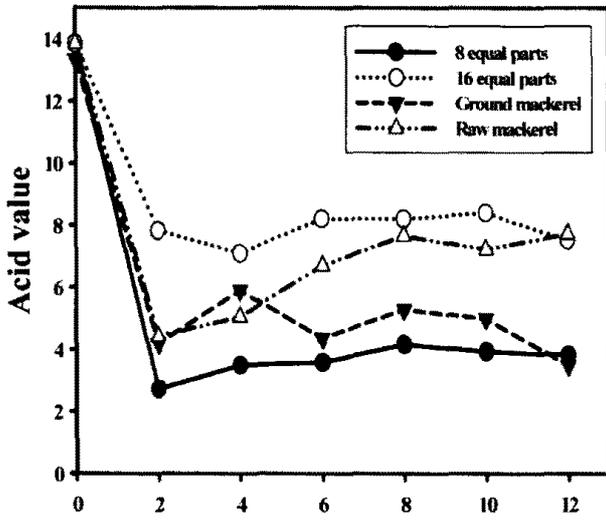
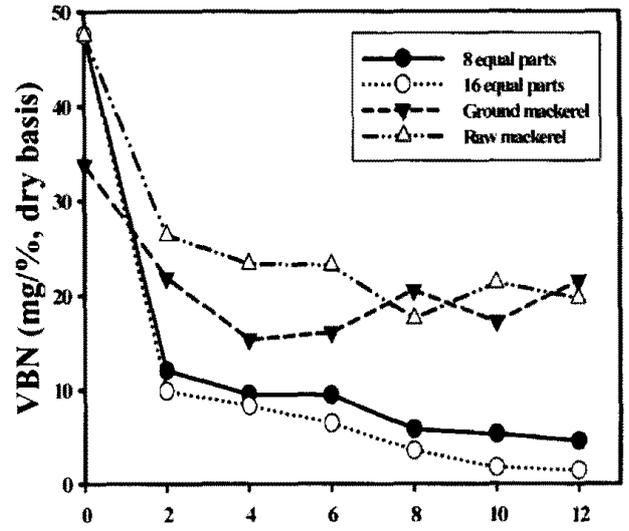
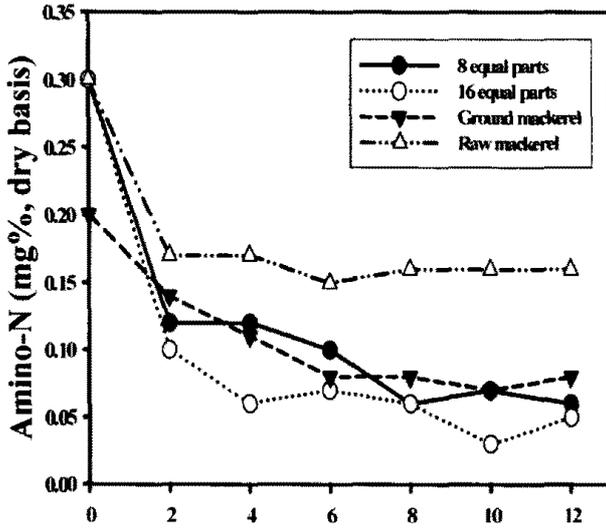


Fig. 3.2.11. 침지시간에 따른 아미노태 질소, 휘발성 염기질소, 산가 및 과산화 물가의 변화.

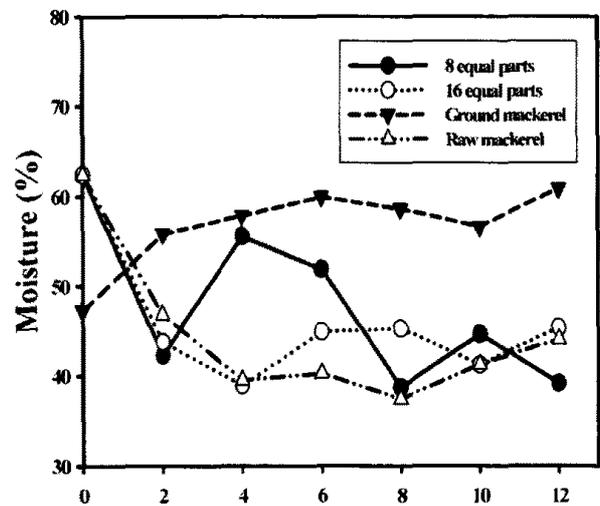
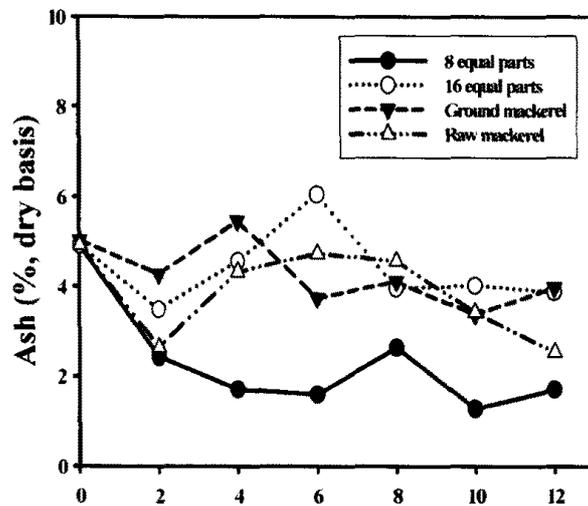
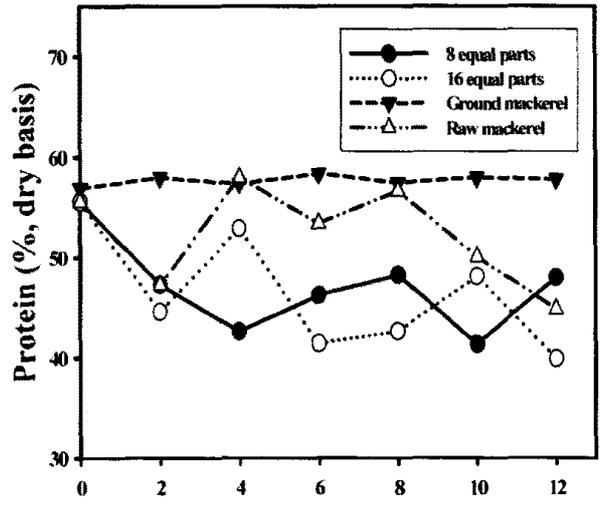
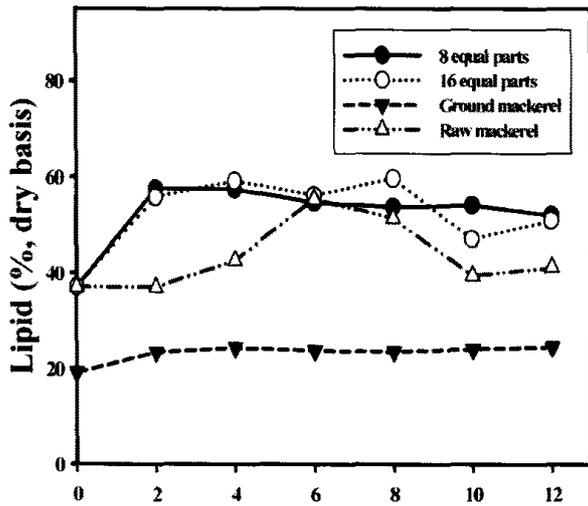


Fig. 3.2.12. 침지시간에 따른 지방, 단백질, 회분 및 수분의 변화.

나) 도료의 소요량

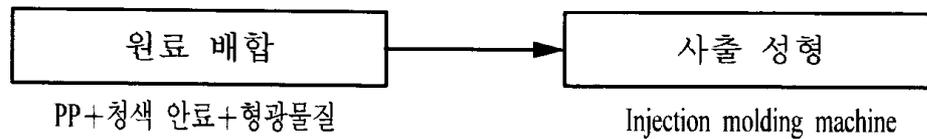
브러쉬(brush) 도장과 분무(spray) 도장을 비교한 결과, 도장의 균일성 면에서 우수한 분무 도장을 선택하였으며, 2회 도장시 600개/ℓ 정도 도장이 가능하였다.

다) 경화 건조

경화시간은 경화제의 혼합 비율에 따라 차이가 있으나, 도료가 깨어지지 않을 정도로 경화되는 시간은 1일 정도 걸려서 산업적으로는 이용 가능성이 낮았다. 따라서, 열경화성 도료를 선택하여 단시간(100℃ 이상에서 25~30분 정도)에 소부 건조하는 것이 효율적이고, 미끼통의 제조과정에서 사출 소재(polypropylene, PP)에 형광물질과 청색 안료를 배합하여 사출 성형하는 방법이 보다 경제적으로 생각된다.

라) 대량생산 공정

형광 미끼통의 효율적인 생산을 위한 대량생산 공정은 다음과 같다.



마) 미끼통 도장비 계산

도료 이외의 장비는 보유 장비를 사용하였으므로, 도장비는 도료 구입비만 계상하였다.

- 형광 도료 구입비: 40,000원/ℓ
- ℓ당 도장 개수: 600개/ℓ
- 개당 도장비: $40,000\text{원}/\ell \div 600\text{개}/\ell \approx 67\text{원}/\text{개}$

즉, 형광 미끼통 제작시 약 67원/개의 추가 비용이 드는 것으로 나타났다. 여기서, 형광 미끼통은 소량 생산하였고, 연구보조원이 제작하였기 때문에 인건비는 계상하지 않았다. 그러나, 대량 생산체제로 형광 미끼통을 생산하는 경우에는 30~50% 정도의 비용 절감이 가능할 것으로 생각된다.

2) 인공미끼의 제조

가) 재료의 혼합 및 세절

수조실험 및 현장조사 결과, 대두박과 글루텐을 제외한 대부분의 물질은 성형에는 유리하나, 결합력의 감소, 유인물질의 흡착 등으로 인한 유인성능의 저하를 초래하는 단점이 있으므로, 인공미끼의 가공 성형에서는 배제하였다. 따라서, 원재료인 다랑어 내장(7kg)에 고등어(3kg)와 대두박(3kg)을 첨가하고, 기저로는 글루텐(1kg)을 넣어 Silent cutter를 사용하여 세절한 후, 유인효과 강화 물질로 글리신(20g)과 알라닌(20g)을 넣어 성형용 혼합 재료로 하였다.

재료의 세절 및 혼합 조작용 Silent cutter 중 분쇄육이 발열하지 않도록 비교적 저속·저온(10℃로 유지)에서 연육보다 낮게 세절, 혼합한 후 성형 직전에 혼합 paste상으로 제조하였다.

나) 인공미끼의 제조

성형된 인공미끼를 다음과 같은 방법으로 제조하여 효과를 시험하였다.

(1) 천일 건조

천일 건조시(24시간) 고등어 및 다랑어 내장의 지방 성분이 조직의 건조 수축현상에 의해 표면으로 이동, 산화에 의한 산패취의 발생 등으로 인공미끼로써의 가치가 없었다.

(2) 열풍 건조

시작품에 사용된 열풍건조기는 J-ID01(VISICO)의 모델로써 송풍 공기의 온도(50~65℃ 이하)를 되도록 낮게 조절하여 건조하였다. 그러나, 표면으로 지방의 유출과 산화에 의한 산패는 막지 못하였다. 또한, 다공체 및 입체로의 성형은 수분 함량을 혼합 최저 수준으로 낮추어도 건조시 수축현상과 붕괴현상으로 원형 유지가 어려워 고차 가공기술을 필요로 하였다. 따라서, 인공미끼로서의 가공조건과 경제적 가치가 맞지 않았다.

(3) 동결

Paste상(저수분상)의 성형제품으로 재료의 혼합 및 세절 중 수분량을 조절하여 유인성분이 혼합된 세미솔리드(paste) 상태의 혼합체로 제조하였다. 이러한 방법은 성형이 용이하여 가장 경제적이며, 활용 가치가 있을 것으로 판단되었

다. 따라서, 본 연구에서는 동결 팬의 크기를 감안하여 가장 경제적이고 효과적인 봉상형($\phi 30 \times 300\text{mm}$)으로 충전하여 성형된 인공미끼를 -30°C 에서 동결, 절단(L30mm)하여 투과성 재료의 포장, -20°C 에서 저장하면서 사용하였다.

다) 성형품의 형태와 크기

성형품의 형태와 크기는 성형의 용이성, 현장조사에 사용될 미끼통의 내용적 및 유인물질의 용출 지속시간에 맞도록 봉상형으로 성형, 동결 후 절단하여 크기($\phi 30 \times 30\text{mm}$)와 중량(60~70g/개)을 맞추었다.

라) 성형품의 포장

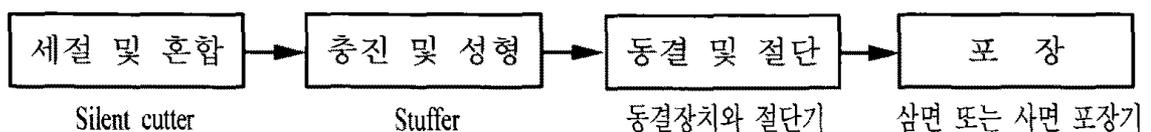
인공미끼 성형품의 포장은 수조실험 및 현장조사를 통한 유인물질의 해수 중 투과성과 유출성을 고려하여 부직포(t: 0.6mm) 2겹을 3면 밀봉 장방형 bag($50 \times 100\text{mm}$) 형태로 제작하여 포장하였다.

마) 대량생산 방안

유인물질의 성능과 가공 성형 형태의 경제성, 가공 용이성 등을 고려하여 다음과 같은 생산 방안을 제시할 수 있다.

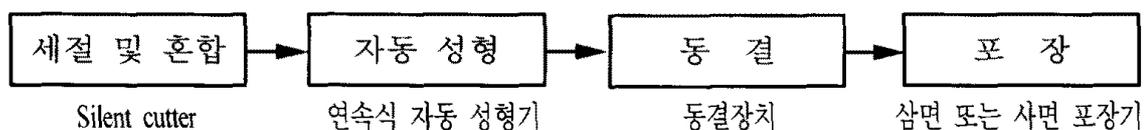
(1) 제 1 방안

시험생산에 사용된 실험적인 방법으로 소량 제조시 유용한 방법이며, 대량 생산시에는 다소 경비 절감이 가능하다.



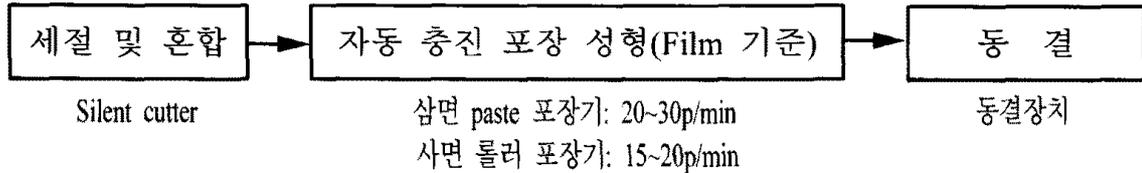
(2) 제 2 방안

가내수공업에 적합하며, 대량생산은 가능하나 생산 속도가 느리다. 일반적인 식품가공장치를 활용할 수 있는 이점이 있으며, 성형 경비를 반감시킬 수 있다.



(3) 제 3 방안

산업형으로 일반적인 기존의 식품 가공장치를 활용할 수 있으며, 대량생산에 적합한 방법이다. 별도의 포장경비가 들어가지 않으며, 투과성 포장 재료를 열접착형으로 변환할 필요가 있다.



사) 인공미끼 생산비 계산

(1) 인공미끼의 1회 배합 비율 및 재료의 원가

품명	다랑어 내장	고등어	대두박	글루텐	글리신	알라닌
혼합량(kg)	7	3	3	1	0.02	0.02
단가(원/kg)	무상	1,750	390	340	3,500	2,900

(2) 인공미끼의 제작단가 계산

- 1회 배합량: $14.04\text{kg}/\text{회} \div 0.06\text{kg}/\text{개} = 234\text{개}/\text{회}$
- 개당 단가: $1,750\text{원}/\text{kg} \times 3\text{kg} + 390\text{원}/\text{kg} \times 3\text{kg} + 340\text{원}/\text{kg} \times 1\text{kg} + 3,500\text{원}/\text{kg} \times 0.02\text{kg} + 2,900\text{원}/\text{kg} \times 0.02\text{kg} \div 234\text{개} \approx 29\text{원}/\text{개}$

(3) 성형 및 포장비 계산

- 성형용 케이싱: $25,000\text{원}/\text{롤} \div 1500\text{개}/\text{롤} \approx 17\text{원}/\text{개}$
- 포대 제작비: 약 22원/개
 - 구입가격: $20,000\text{원}/\text{롤}(100\text{m}^2/\text{롤})$
 - m^2 당 제작 개수: $1\text{m}^2 \div (0.125\text{m} \times 0.125\text{m})/\text{개} = 64\text{개}/\text{m}^2$
 - 개당 부직포 제작비: $200\text{원}/\text{m}^2 \div 64\text{개}/\text{m}^2 \approx 3\text{원}/\text{개}$
 - 튜브 제작비: $120,000\text{원}/800\text{튜브} \div 8\text{개}/\text{튜브} \approx 19\text{원}/\text{개}$
- 인공미끼 1개당 성형 및 포장비: $17\text{원}/\text{개} + 22\text{원}/\text{개} = 39\text{원}/\text{개}$

(4) 저온 보존처리비 계산

- 동결비: $1,600\text{원}/\text{팬} \div 20\text{kg}/\text{팬} \div 333\text{개}/\text{kg} \approx 0.24\text{원}/\text{개}(80\text{원}/\text{kg})$

- 외포장비: $1,800\text{원}/\text{상자} \div 20\text{kg}/\text{상자} \div 333\text{개}/\text{kg} \approx 0.27\text{원}/\text{개}$ (90원/kg)
- 냉장비: $28\text{원}/\text{일}, \text{box} \div 20\text{kg}/\text{box} \div 333\text{개}/\text{kg} \times 30\text{일} \approx 0.13\text{원}/\text{개}$ (42원/kg)
- 인공미끼 1개당 저온 보존처리비: $0.24\text{원}/\text{개} + 0.27\text{원}/\text{개} + 0.13\text{원}/\text{개}$
 $= 0.64\text{원}/\text{개}$ (212원/kg)

(5) 인공미끼의 생산단가 계산

인공미끼의 생산단가는 제작에서부터 성형 및 포장, 저온 보존처리비를 모두 포함한다.

인공미끼 1개당 생산단가는 $29\text{원}/\text{개} + 39\text{원}/\text{개} + 0.64\text{원}/\text{개} \approx 69\text{원}/\text{개}$ (1,150원/kg)이다. 여기서, 인공미끼를 시험용으로 제작하였기 때문에 인건비와 제작기기의 감가상각비 등은 계상에서 제외하였다.

따라서, 인공미끼 1개당 생산단가 약 69원/개(1,150원/kg)는 냉동 고등어를 사용한 경우 천연미끼 1개당 생산단가 $35,000\text{원}/\text{box} \div 20\text{kg}/\text{box} \div 16\text{개}/\text{kg} \approx 109\text{원}/\text{개}$ (1,750원/kg)와 비교하면 약 60%에 불과하다. 즉, 다랑어 내장을 주원료로 사용한 인공미끼의 생산비는 가격 경쟁력이 충분한 것으로 판단된다.

4. 천연미끼의 유인효과

가. 미끼의 유인효과 지속시간

미끼 종류별 침지시간에 따른 입롱미수는 Table 3.2.20 및 Fig. 3.2.13과 같다.

입롱미수는 미끼가 고등어인 경우 평균 6.9마리(23.0%), 정어리인 경우 평균 5.2마리(17.3%), 멸치인 경우 평균 3.4마리(11.3%)로서 고등어를 미끼로 사용하였을 때의 입롱율이 가장 높았다.

침지시간에 따른 입롱율은 Chang et al.(2003)의 결과에서와 같이 통발을 침지한 후 대체로 5시간 정도 경과하면 3종류의 미끼에서 모두 80% 이상 입롱하는 것으로 나타났다. 따라서, 꽃게 통발 어업이 행해지는 현장에서의 조류 등에 의한 영향을 고려하면 미끼에 의한 유인효과의 지속시간은 더 짧아질 것으로 추정되므로, 침지시간은 6시간 이내로 하여도 좋을 것으로 생각된다.

Table 3.2.20. 미끼 종류별 침지시간에 따른 누적 평균 입롱미수 및 입롱율

Kind of baits	Soaked time (hours)									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mackerel	3.2 (10.7)	4.8 (16.0)	5.8 (19.3)	6.6 (22.0)	6.9 (23.0)	6.9 (23.0)	6.9 (23.0)	6.9 (23.0)	6.9 (23.0)	6.9 (23.0)
Sardine	1.9 (6.3)	3.4 (11.3)	3.9 (13.0)	4.0 (13.3)	4.6 (15.3)	4.8 (16.0)	5.1 (17.0)	5.2 (17.3)	5.2 (17.3)	5.2 (17.3)
Anchovy	0.8 (2.7)	1.2 (4.0)	1.5 (5.0)	1.9 (6.3)	2.1 (7.0)	2.4 (8.0)	2.6 (8.7)	2.9 (9.7)	3.4 (11.3)	3.4 (11.3)

() : 누적 평균 입롱률(%).

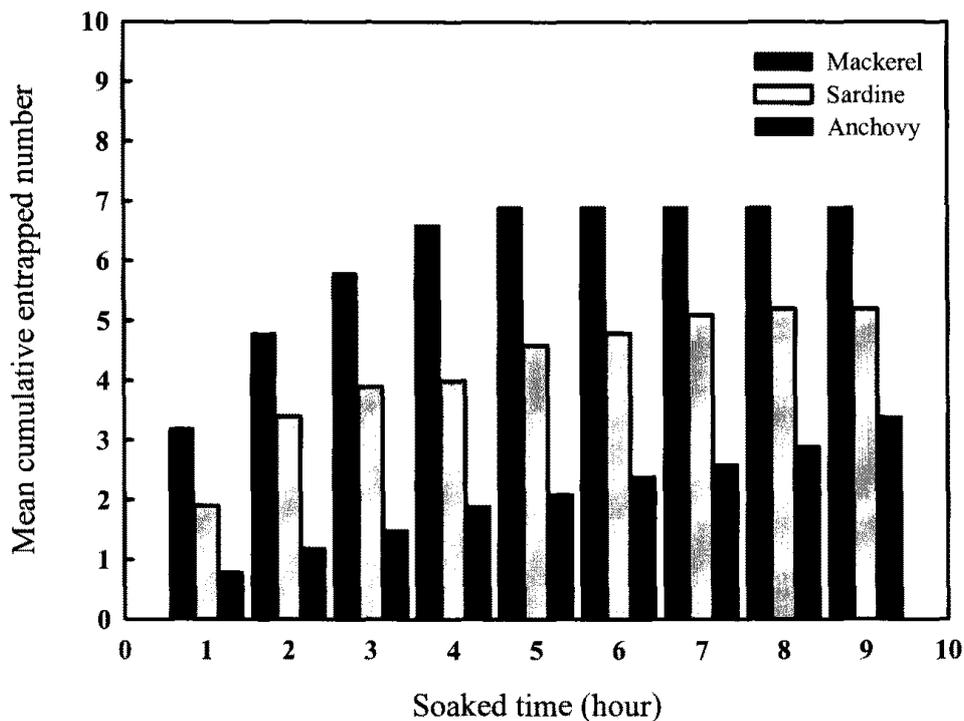


Fig. 3.2.13. 미끼 종류별 침지시간에 따른 누적 평균 입롱미수 빈도 분포.

나. 미끼의 선호도

고등어, 정어리, 멸치의 3종류에 대한 꽃게의 입롱미수는 Table 3.2.21과 같다.

3종류의 미끼를 넣은 통발에 대한 평균 입롱미수는 고등어 6.9마리(23.0%),

정어리 2.8마리(9.3%), 멸치 0.2마리(0.7%)로써 고등어 미끼에 대한 꽃게의 선호도가 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 3.2.21. 고등어, 정어리 및 멸치의 미끼에 대한 평균 입롱미수 및 입롱율

Kind of baits	Mackerel	Sardine	Anchovy
Entrapped number	6.9 (23.0)	2.8 (9.3)	0.2 (0.7)

() : 누적 평균 입롱률(%).

또한, 2005년 9월 26일부터 9월 30일까지 3회에 걸쳐 전북 군산시 선적의 꽃게 통발어선 제99명덕호(13.00G/T)을 용선하여 전북 군산시 말도 부근의 수심 10~20m 해역에서 고등어, 정어리, 멸치 미끼를 각각 통발 70개에 넣어 연결한 210개를 1개조로 구성하여, 2개조를 사용하여 시험조업을 실시한 결과는 Table 3.2.22와 같다.

3회에 걸친 시험조업 결과, 시험어구에 어획된 꽃게는 평균 323마리였으며, 고등어와 정어리를 미끼로 사용한 통발에서 각각 평균 120마리 및 118마리로 비슷한 수준을 나타내었으나, 멸치를 미끼로 사용한 통발에서는 평균 85마리로써 고등어 미끼에 비해 약 70% 수준에 불과하였다.

따라서, 수조실험 및 시험조업 결과에 의하면, 고등어 미끼의 유인효과가 정어리 미끼와 비슷하거나 다소 우수하며, 멸치 미끼보다는 상당히 우수한 것으로 나타났다. 또한, 미끼의 가격 및 미끼 공급의 편의성 등을 고려할 때, 꽃게 통발용 인공미끼의 개발을 위한 미끼의 유인효과에 대한 지표(index)로서 고등어를 기준으로 하는 것이 타당한 것으로 확인되었다.

Table 3.2.22. 시험조업에 의한 미끼 종류별 어획 결과

Kind of baits	Operation Date			Mean
	27th Sep., 2005	28th Sep., 2005	29th Sep., 2005	
Mackerel	103	139	119	120
Sardine	95	135	126	118
Anchovy	76	88	91	85
Total	274	362	336	323

다. 미끼의 형태 인식

꽃게의 미끼에 대한 형태 인식 여부를 확인하기 위한 미끼별 입롱미수는 Table 3.2.23 및 Table 3.2.24와 같다.

Table 3.2.23에서와 같이 M과 M_{D-8}의 미끼 조합에서의 입롱미수는 각각 평균 3.2마리(10.7%)와 2.2마리(7.3%), M과 M_{D-16}의 미끼 조합에서는 각각 평균 2.1마리(7.0%)와 1.6마리(5.3%), M과 M_G의 미끼 조합에서는 각각 평균 2.3마리(7.7%)와 0.3마리(1.0%)로써 미끼용 고등어를 많이 조각낼수록 입롱미수가 급격히 감소하는 것으로 나타났다.

Table 3.2.23. 미끼 조합별 평균 누적 입롱미수 및 입롱율

Kind of baits	M*/M _{D-8} **	M/M _{D-16} ***	M/M _G ****
Entrapped number	3.2/2.2 (10.7/7.3)	2.1/1.6 (7.0/5.3)	2.3/0.3 (7.7/1.0)

() : 누적 평균 입롱률(%).

*: 고등어 원형, **: 8등분 고등어, ***: 16등분 고등어, ****: 분쇄 고등어.

Table 3.2.24에서와 같이 미끼용 고등어의 피부를 제거하지 않은 것(M)의 입롱미수는 평균 2.4마리(8.0%)인 것에 비해 피부를 제거한 것(M_R)의 입롱미수는 평균 1.2마리(4.0%)로서 피부의 유무에 따라 입롱율이 크게 차이가 나타났다.

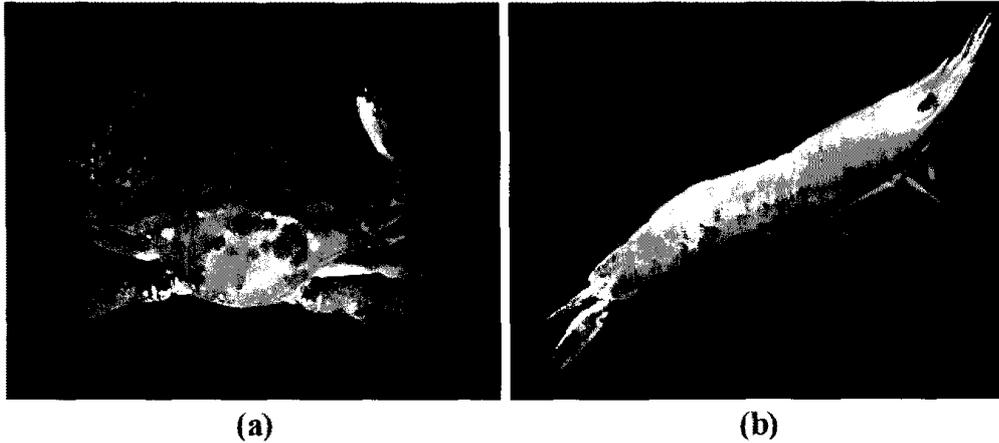
Table 3.2.24. 미끼의 피부 유무에 따른 평균 누적 입롱미수 및 입롱율

Kind of baits	Mackerel (M)	Mackerel removed skin (M _R)
Entrapped number	2.4 (8.0)	1.2 (4.0)

() : 누적 평균 입롱률(%).

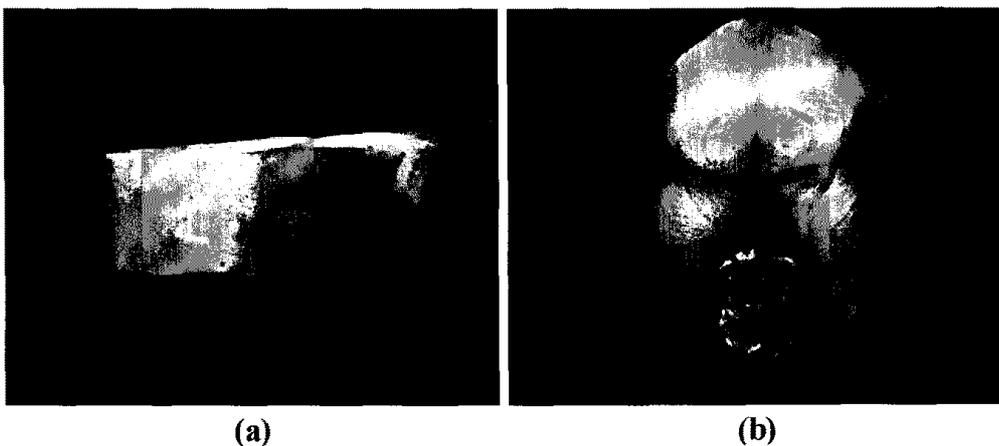
한편, 갯가재(mantis shrimp)는 빛이 겨우 들어오는 어두운 바다 깊은 곳에서도 체표면에서 나타나는 형광색에 의하여 동료를 인식하는 등 형광을 이용하여 서로에게 신호를 보내는 것을 보고한 바 있는데(Mazel et al., 2003; Wikipedia, 2006), Fig. 3.2.14에 나타낸 바와 같이 꽃게(a) 및 중하(b)의 경우에도

체표면에서 강한 형광을 나타내는 것이 확인되었다. 따라서, 갯가재와 동일한 시각(視覺) 체계를 갖고 있는 꽃게의 경우에도 빛이 잘 들어오지 않는 깊은 바다에서 형광에 의해 동료들을 인식할 수 있을 것으로 판단된다.



(a) (b)
Fig. 3.2.14. 자외선을 조사한 꽃게(a)와 중하(b)에서 형광을 나타내는 모습.

또한, Fig. 3.2.15에 나타난 바와 같이 꽃게 통발용 미끼로 사용되는 고등어의 표면에서도 형광을 나타내는데, 이러한 형광색이 꽃게의 시각목표가 될 수 있으며, 꽃게 통발용 미끼로 고등어를 사용할 때 조각을 많이 낼수록 미끼 표면의 형상은 원형을 잃게 되어 형광을 나타내기 어려워지므로 꽃게가 미끼의 존재를 알아차리기 힘들게 되어 입룡율이 감소하는 것으로 생각된다.



(a) (b)
Fig. 3.2.15. 자외선을 조사하였을 때 미끼에서 형광을 나타내는 모습. s
(a): 측면도, (b): 단면도.

한편, 수중 모니터링 시스템으로 실시간 관측 및 녹화 비디오 테이프를 분석한 결과에 의하면, Fig. 3.2.16에서와 같이 꽃게가 미끼가 들어있는 통발 주위로 접근하는 단계에서는 미끼에 의한 유인물질에 반응하여 후각에 의해 변향 무정위운동성(klinokinesis)의 행동 패턴을 보이며(Inoue, 1993), 통발 주위 약 50cm 이내로 접근하면 미끼의 존재를 시각에 의해 확인하여 적극적으로 통발 속으로 들어가기 위해 입구를 찾는 행동을 보였다.

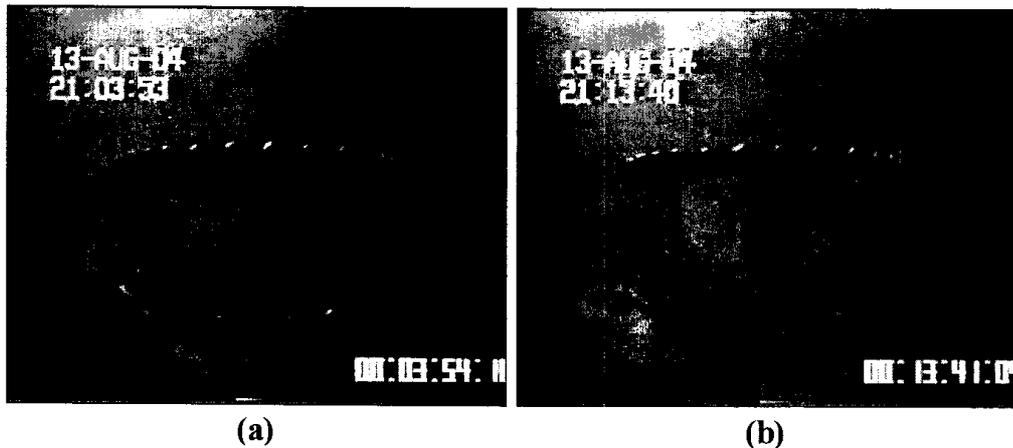


Fig. 3.2.16. 통발의 미끼에 반응하는 꽃게의 행동 모습.
 (a) 통발로 접근하는 모습,
 (b) 통발 속으로 들어가는 모습.

따라서, 꽃게가 미끼에 유인되어 통발에 들어가는 과정은 미끼에 의한 유인물질의 화학적 자극 뿐만 아니라 미끼의 형태 인식에 의한 시각적 자극도 관계하는 것으로 판단되므로, 꽃게 통발용 인공미끼의 개발에 있어서는 미끼에 의한 유인물질의 영향과 함께 시각적 자극을 높일 수 있는 방안을 강구해야 할 것으로 생각된다.

5. 형광 특성 및 부산물을 이용한 미끼의 유인효과

가. 꽃게 통발용 미끼 및 미끼통의 형광 특성

통발 어업이나 낚시 어업에서 미끼 또는 대체미끼로 사용되는 고등어(M), 크릴(K), 바지락(MC), 돼지 비계(PF), 닭 머리(CH)의 5종류에 대한 형광 특성을

UV 장파장(365nm) 영역에서 조사한 결과는 Fig. 3.2.17과 같다. 고등어의 표피, 크릴 및 바지락의 패각, 닭의 부리 부분에서는 선명한 청색 계통의 형광이, 고등어의 근육 및 내장에서는 녹색 계통의 형광이, 돼지 비계 및 닭 머리의 지방 부분에서는 황색 계통의 형광이 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한, 꽃게 통발 용 미끼로 주로 사용되고 있는 고등어, 정어리, 꽁치, 청어 등의 어류의 표피 부분은 자외선을 조사하면 선명한 청색 계통의 형광을 나타내는 것을 고려할 때, 청색 계통의 형광이 꽃게의 먹이 인식에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

한편, 통발 조업시 사용되고 있는 직육면체형 적색 플라스틱 미끼통에 각각 황색, 녹색, 적색, 청색의 형광 도료를 칠하여 UV 장파장 영역에서 자외선을 조사한 결과는 Fig. 3.2.18과 같다. 녹색, 적색 및 청색 형광 도료를 칠한 미끼통에서는 각각 녹색, 적색 및 청색의 강한 형광을 나타내었으나, 황색 형광 도료를 칠한 미끼통에서는 황녹색의 형광을 나타내었다.

최근 생활 자외선인 UV 장파장이 수중 생물에 미치는 영향에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 통발이나 낚시에서 사용되는 미끼 분야에서도 수중 생물의 시각 인식에 미치는 영향에 대하여 많은 검토가 요구된다.

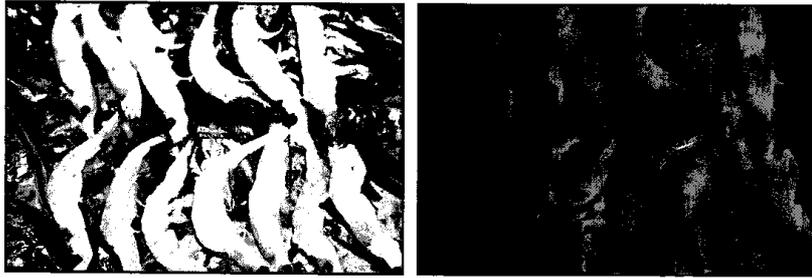
나. 수산 부산물을 이용한 미끼의 선호도

수산 부산물을 이용한 미끼의 선호도를 조사하기 위하여 고등어(M), 고등어+분쇄 고등어 내장(MM_I), 고등어+분쇄 다랑어 내장(MT_I), 고등어+분쇄 크릴(MK)의 4종류의 미끼를 대상으로 통발 1개에 4종류의 미끼를 각각 넣고, 미끼 종류별 평균 입롱미수를 조사한 결과는 Table 3.2.25와 같다.

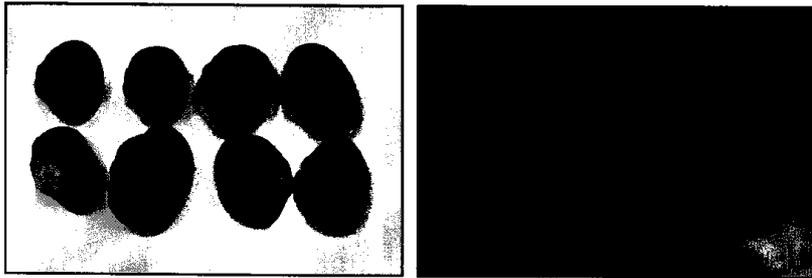
M, MM_I, MT_I 및 MK의 4종류의 각각 미끼에 대한 종류별 평균 누적 입롱미수는 MM_I 및 MK가 평균 3.9마리(13.0%)로써 M에 비해 다소 높게 나타났으며, MT_I는 평균 2.1마리(7.0%)로 가장 낮게 나타났다.



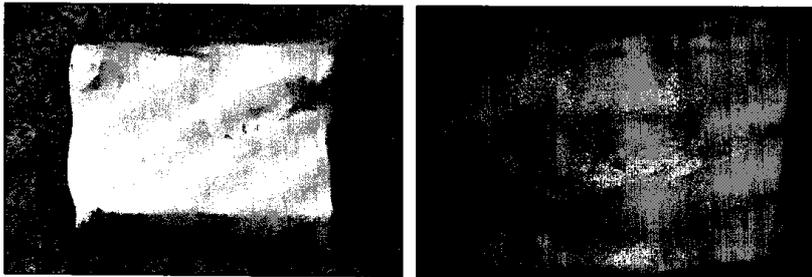
M



K



Mc



Pf



Ch

Fig. 3.2.17. 자연광(좌) 및 자외선광(우) 하에서의 미끼.
M: 고등어, K: 크릴, Mc: 바지락,
Pf: 돼지 비계, Ch: 닭 머리.

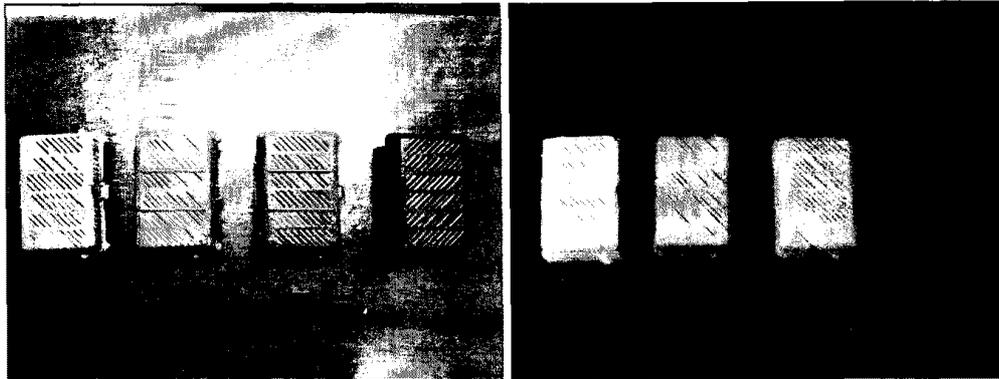


Fig. 3.2.18. 자연광(좌) 및 자외선광(우) 하에서의 미끼통.

Table 3.2.25. 수산 부산물을 이용한 미끼에 대한 꽃게의 평균 누적 입통미수

Type of baits	M [*]	MM _I ^{**}	MT _I ^{***}	MK ^{****}
Entrapped number	3.0	3.9	2.1	3.9
(Entrapped rate, %)	(10.0)	(13.0)	(7.0)	(13.0)

*: 고등어, **: 고등어+분쇄 고등어 내장, ***: 고등어+분쇄 다랑어 내장, ****: 고등어+분쇄 크릴.

한편, M, MM_I, MT_I 및 MK의 미끼를 4개의 통발에 각각 넣고, 4종류의 미끼에 대한 선호도를 조사한 결과는 Table 3.2.26과 같다. 천연미끼로 사용되고 있는 M에는 평균 3.0마리(10.0%)가 입통한 반면, MM_I, MT_I 및 MK에는 각각 평균 1.2마리(4.0%), 1.0마리(3.3%) 및 1.5마리(5.0%)로써 미끼의 선호도는 천연미끼에 비해 30~50%에 불과하였다. 이것은 수산 부산물을 꽃게 통발용 미끼로 사용하기 위해서는 유인 성능을 더욱 강화해야 할 것으로 생각된다.

Table 3.2.26. 수산 부산물을 이용한 미끼에 대한 꽃게의 선호도 조사 결과

Type of baits	M [*]	MM _I ^{**}	MT _I ^{***}	MK ^{****}
Entrapped number	3.0	1.2	1.0	1.5
(Entrapped rate, %)	(10.0)	(4.0)	(3.3)	(5.0)

*: 고등어, **: 고등어+분쇄 고등어 내장, ***: 고등어+분쇄 다랑어 내장, ****: 고등어+분쇄 크릴.

다. 수산 및 축산 부산물을 이용한 미끼의 선호도

수산 및 축산 부산물을 이용한 미끼의 선호도를 조사하기 위하여 천연미끼로 사용 중인 고등어(M)와 천연미끼를 대체할 소재로서 이용 가능한 크릴(K), 바지락(Mc), 돼지 비계(PF), 닭 머리(CH)의 4종류에 대한 선호도를 조사한 결과는 Table 3.2.27과 같다. M에는 평균 3.2마리(10.7%)가 입롱한 반면, K에는 평균 1.6마리(5.3%)로써 선호도가 50% 수준이었으며, Mc, PF 및 CH에는 평균 0.1~0.2마리(0.3~0.7%)로써 입롱미수가 매우 적었다.

이상의 결과에서 크릴은 유인 성능을 보완하면 꽃게 통발용 대체미끼로서의 가능성이 있는 것으로 판단되나, 바지락이나 돼지 비계 및 닭 머리와 같은 축산 부산물은 대체미끼로서의 가능성이 낮은 것으로 판단되었다.

Table 3.2.27. 농축수산 부산물을 이용한 미끼에 대한 꽃게의 선호도 조사 결과

Type of baits	M*	K**	Mc***	PF****	CH*****
Entrapped number	3.2	1.6	0.2	0.1	0.1
(Entrapped rate, %)	(10.7)	(5.3)	(0.7)	(0.3)	(0.3)

*: 고등어, **: 크릴, ***: 바지락, ****: 돼지 비계, *****: 닭 머리.

라. 미끼통의 형광색에 대한 선호도 및 형상 인식

꽃게의 미끼로 사용되는 대부분의 소재에서는 형광을 나타내고 있으므로 (Fig. 3.2.17), 꽃게 통발용 미끼를 대체할 수 있는 소재의 유인효과를 강화하기 위한 형광색을 찾아내기 위하여 꽃게 통발 조업시 사용하고 있는 적색 플라스틱 무형광 미끼통과 4종류(황색, 녹색, 적색 및 청색)의 형광 도료를 칠한 미끼통(Fig. 3.2.18)의 총 5종류의 미끼통에 천연미끼인 고등어(M)를 미끼로 넣고 미끼통의 형광색에 대한 선호도를 조사한 결과는 Table 3.2.28과 같다.

미끼통의 형광색에 대한 선호도는 기존의 적색 무형광 미끼통(RFN)을 사용한 통발에는 평균 2.0마리(6.7%)가 입롱하였으나, 청색 형광 미끼통(BF)의 경우에는 5.0마리(16.7%)로써 RFN에 비해 2.5배 정도 입롱율이 좋았으며, 적색 형광 미끼통(RF)의 경우에는 RFN와 동일한 수준이었고, 녹색 형광 미끼통(GF)의 경우에는 50%, 황색 형광 미끼통(YF)의 경우에는 전혀 입롱하지 않았던 것으로

나타났다. 이것은 Chang et al.(2006)의 결과에서와 같이 꽃게 통발용 미끼로 사용되는 고등어의 경우, 표피 부분에서 선명한 청색 계통의 형광을 나타내는 것과 관련이 있는 것으로 생각되며, 꽃게와 같은 갑각류인 갯가재(mantis shrimp)는 빛이 겨우 들어오는 어두운 바다 깊은 곳에서도 체표면에서 나타나는 형광색에 의하여 동료를 인식하는 등 형광을 이용하여 서로에게 신호를 보내는 것으로 알려져 있다(Mazel et al., 2003; Wikipedia, 2006). 따라서, 청색 형광 미끼통을 사용하면 미끼의 유인효과를 강화시킬 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3.2.28. 형광 미끼통에 대한 꽃게의 선호도 조사 결과

Type of bait cages	RF _N [*]	YF ^{**}	RF ^{***}	GF ^{****}	BF ^{*****}
Entrapped number (Entrapped rate, %)	2.0 (6.7)	0.0 (0.0)	2.0 (6.7)	1.0 (3.3)	5.0 (16.7)

*: 적색 무형광 미끼통, **: 황색 형광 미끼통, ***: 적색 형광 미끼통, ****: 녹색 형광 미끼통, *****: 청색 형광 미끼통.

또한, 꽃게 통발용 미끼의 유인효과를 높일 수 있는 방안으로써 미끼통의 형상이 꽃게의 입롱에 영향을 미치는지를 조사하기 위하여 청색 플라스틱 형광 미끼통과 실리콘 고등어 모형 미끼통에 고등어를 각각 미끼로 사용한 통발에 대한 입롱미수를 조사한 결과는 Table 3.2.29와 같다. 직육면체형 플라스틱 청색 형광 미끼통(HP)에는 평균 3.4마리(11.3%)로써 실리콘 고등어 모형 청색 형광 미끼통(SM)의 평균 3.2마리(10.7%)보다 다소 입롱미수가 많은 것으로 나타났다. 이것은 미끼통의 형상이 꽃게의 유인 효과와는 관계가 없거나 적은 결과는 An et al.(2006)의 문어납시용 인공미끼에 대한 결과와는 다소 차이가 있으며, 형광색에 의한 선호도가 더 크게 작용했던 것으로 생각된다. 또한, HP는 미끼통의 틈새가 많아서 쉽게 유인물질이 확산된 반면, SM은 실리콘의 탄력으로 인해 틈새가 좁혀지기 때문에 유인물질의 확산이 방해받았기 때문으로 생각된다.

Table 3.2.29. 미끼통에 대한 꽃게의 형상 인식 시험 결과

Type of bait cages	HP	SM
Entrapped number	3.4	3.2
(Entrapped rate, %)	(11.3)	(10.7)

HP: 직육면체형 플라스틱 미끼통, SM: 고등어 모형 실리콘 미끼통.

한편, 형광 미끼통의 유인효과를 확인하기 위하여 적색 무형광 미끼통(RF_N)과 청색 형광 미끼통(BF)의 2종류의 미끼통에 대한 어획효과를 3회에 걸쳐 시험조업한 결과는 Table 3.2.30과 같다.

RF_N에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 392.3마리와 26.3kg였으며, 그 중에서 꽃게는 각각 71.7마리(18.3%)와 16.9kg(64.3%)를 차지하였다. BF에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 403.3마리와 30.7kg였으며, 그 중에서 꽃게는 각각 93.0마리(23.1%)와 19.8kg(64.5%)를 차지하는 것으로 나타나 혼획율이 다소 높았다.

이와 같이 3회에 걸친 시험조업에 의한 어획물 조성에는 다소 차이가 있으나, 대체로 형광 미끼통을 사용한 통발에 의한 꽃게의 어획미수는 약 30% 정도, 어획중량은 약 20% 정도 많은 것으로 나타났다.

따라서, 현재 꽃게 통발 조업시 사용하고 있는 적색 무형광 미끼통을 청색 형광 미끼통으로 바꾸면 20~30% 정도 어획량의 증가를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3.2.30. 적색 무형광 미끼통과 청색 형광 미끼통에 대한 시험조업 결과

Species	RF _N *				BF**			
	23rd May, 2008	24th May, 2008	25th May, 2008	Mean	23rd May, 2008	24th May, 2008	25th May, 2008	Mean
Swimming crab	66 (16.1)	71 (16.4)	78 (18.2)	71.7 (16.9)	90 (18.7)	88 (18.4)	101 (22.2)	93.0 (19.8)
<i>Ovalipes punctatus</i>	6 (0.4)	8 (0.5)	5 (0.4)	6.3 (0.4)	6 (0.3)	9 (0.5)	7 (0.3)	7.3 (0.4)
Shore swimming crab		3 (0.3)	3 (0.4)	2.0 (0.2)	4 (0.4)	2 (0.3)	4 (0.4)	3.3 (0.4)
Conger eel	6 (1.5)	7 (1.7)	4 (1.0)	5.7 (1.4)	8 (2.0)	5 (1.3)	5 (1.2)	6.0 (1.5)
Robust tonguesole	3 (0.5)	4 (0.6)	3 (0.5)	3.3 (0.5)	6 (0.7)	2 (0.2)	3 (0.3)	3.7 (0.4)
Bartail flathead			2 (0.7)	0.7 (0.2)	3 (1.5)	2 (0.8)	3 (1.4)	2.7 (1.2)
Blackmouth goosfish	2 (0.9)	1 (0.4)		1.0 (0.4)	1 (0.2)		2 (0.4)	1.0 (0.2)
Anomura	194 (3.0)	176 (2.7)	189 (2.9)	186.3 (2.9)	181 (3.0)	173 (2.9)	196 (3.3)	183.3 (3.1)
Prawn	64 (0.2)	57 (0.2)	69 (0.2)	63.3 (0.2)	32 (0.1)	48 (0.2)	39 (0.2)	39.7 (0.2)
Snail	5 (0.3)	5 (0.3)	8 (0.6)	6.0 (0.4)	8 (0.6)	11 (0.8)	15 (1.0)	11.3 (0.8)
Others	43 (2.7)	44 (2.5)	51 (2.8)	46.0 (2.7)	49 (2.8)	45 (2.5)	62 (3.2)	52.0 (2.8)
Total	389 (25.6)	376 (25.6)	412 (27.7)	392.3 (26.3)	388 (30.3)	385 (27.9)	437 (33.9)	403.3 (30.7)

*: 적색 무형광 미끼통, **: 청색 형광 미끼통.

(): 어획중량(kg)

마. 대체미끼의 유인효과

천연미끼인 고등어(M)를 적색 무형광 미끼통(RF_N)에 넣은 것과 고등어를 대체할 가능성을 가진 크릴에 대하여 가공 상태를 달리한 크릴 원형(K), 분쇄 크릴+글루텐+대두박(K_GGS), 분쇄 크릴+글루텐+대두박+글리신(K_GGSG_L)의 3종류의 미끼를 각각 청색 형광 미끼통(BF)에 넣은 것과의 유인 성능을 비교한 결과는 Table 3.2.31과 같다. 적색 무형광 미끼통(RF_N)에 고등어(M)를 미끼로 사용한 통발에는 평균 3.0마리(10.0%)가 입롱하였으며, 청색 형광 미끼통(BF)에 크릴

(K) 및 분쇄 크릴+글루텐+대두박+글리신(K_GGSG_L)의 미끼를 사용한 통발에서도 동일한 수준이었으나, 분쇄 크릴+글루텐+대두박(K_GGS)의 미끼를 사용한 통발에서는 평균 2.0마리(6.7%)로써 30% 정도 입롱율이 떨어지는 것으로 나타났다. 이것은 Chang et al.(2006)에서와 같이 미끼를 잘게 자르면 자를수록 입롱율이 떨어지는 결과와 일치하며, Table 3.2.26 및 Table 3.2.27에서 천연미끼인 고등어(M)에 비해 크릴(K)의 입롱율이 50% 정도의 수준이었던 것과 K_GGS에 비해 K_GGSG_L의 입롱율이 높은 것을 고려하면, 청색 형광 미끼통을 사용하고, 유인활성물질인 글리신(glycine)을 첨가함으로써 유인효과가 강화되었던 것으로 생각된다. 그러나, 크릴을 이용한 대체 미끼는 고등어 미끼에 비해 생산단가가 오히려 증가하는 것을 고려할 때, 대체 소재로서는 적합하지 않은 것으로 판단되어 다른 대체 소재를 검토하였다.

Table 3.2.31. 크릴을 이용한 대체미끼의 유인효과 조사 결과

Kind of baits	M*	K**	K _G GS***	K _G GSG _L ****
Kind of bait cages	RF _N ¹	BF ²	BF ²	BF ²
Entrapped number	3.0	3.0	2.0	3.0
(Entrapped rate, %)	(10.0)	(10.0)	(6.7)	(10.0)

*: 고등어, **: 크릴, ***: 분쇄 크릴+글루텐+대두박, ****: 분쇄 크릴+글루텐+대두박+글리신.

1: 적색 무형광 미끼통, 2: 청색 형광 미끼통.

또한, 대체 소재 중의 하나인 다랑어 내장에 대하여 청색 형광 미끼통(BF)에 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T₁GSG_L)의 미끼를 넣은 통발과 적색 무형광 미끼통(RF_N)에 천연미끼인 고등어(M)를 넣은 통발에 대한 유인 성능을 비교한 결과는 Table 3.2.32와 같다. 적색 무형광 미끼통(RF_N)에 천연미끼인 고등어(M)를 넣은 통발의 입롱미수는 평균 3.3마리(11.0%)였으며, 청색 형광 미끼통(BF)에 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T₁GSG_L)의 미끼를 넣은 통발의 입롱미수는 평균 2.7마리(9.0%)로써 M에 비해 약 15% 정도 입롱미수가 적은 것으로 나타났다. 이것은 Table 3.2.26의 결과에서 고등어 미끼에 비해 다랑어 내장을 미끼로 사용하였을 때의 선호도가 약 1/3 정도로 감소하였던 것을 고려하면, 청색 형광 미끼통을 사용하고, 글리신(glycine)을 첨가함으로써 유인효과가 강화되었던 것으로 생각된다.

Table 3.2.32. 다랑어 내장을 이용한 대체미끼의 유인효과 조사 결과

Kind of baits	M*	T ₁ GSG _L **
Entrapped number	3.3	2.8
(Entrapped rate, %)	(11.0)	(9.3)

*: 고등어, **: 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신.

따라서, 다랑어의 처리 공정에서 버려지는 내장을 대체미끼의 소재로 사용하여 유인 성분을 좀 더 보완하면, 유인 효과가 우수하고 저렴한 미끼를 개발할 수 있을 것으로 생각된다.

한편, 수조실험의 결과를 토대로 대체미끼에 대한 어획효과를 확인하기 위한 현장조사를 실시하였다. 고등어(M)와 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T₁GSG_L)으로 만든 대체미끼에 대한 2회에 걸친 시험조업 결과는 Table 3.2.33에 나타낸 바와 같다.

M을 미끼로 사용한 통발에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 702.0마리와 38.4kg이었으며, 그 중에서 꽃게는 각각 225.5마리(32.1%)와 21.0kg(54.7%)를 차지하였다. 대체미끼인 T₁GSG_L을 미끼로 사용한 통발에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 602.0마리와 31.3kg이었으며, 그 중에서 꽃게는 각각 120.0마리(19.9%)와 11.3kg(36.1%)를 차지하여 혼획율이 매우 높았다. 대체미끼인 T₁GSG_L의 꽃게 어획미수와 어획중량은 각각 M의 53.2%와 53.8%를 차지하였으며, 천연미끼인 M에 비해 깨다시꽃게와 민꽃게의 어획이 다소 많은 것으로 나타났다. 따라서, 대체미끼인 T₁GSG_L의 어획효과는 M에 비해 약 50%에 불과하므로, T₁GSG_L의 어획효과를 높이기 위한 방안이 필요할 것으로 생각된다.

대체미끼인 T₁GSG_L의 어획효과를 높이기 위한 방안으로서 대체미끼의 유인물질 방출 지속시간을 늘이고, 유인물질의 양을 증가시키는 방법을 고려하였다. 즉, T₁GSG_L에 분쇄한 고등어 육 30%를 첨가하고, 유인활성물질인 글리신과 알라닌을 각각 0.2% 강화한 대체미끼인 T₁M₆GSG_LA를 대상으로 현장조사를 실시하였다. 고등어(M)와 다랑어 내장+분쇄 고등어+글루텐+대두박+글리신+알라닌(T₁M₆GSG_LA)으로 만든 대체미끼에 대한 3회에 걸친 시험조업 결과는 Table 3.2.34에 나타낸 바와 같다.

Table 3.2.33. 고등어(M)와 대체미끼(T₁GSG_L)에 대한 시험조업 결과

Species	M*			T ₁ GSG _L **		
	18th June, 2007	19th June, 2007	Mean	18th June, 2007	19th June, 2007	Mean
Swimming crab	229 (21.1)	222 (20.9)	225.5 (21.0)	108 (10.0)	132 (12.7)	120.0 (11.3)
<i>Ovalipes punctatus</i>	106 (9.1)	116 (10.0)	111.0 (9.6)	135 (11.6)	128 (10.8)	131.5 (11.2)
Shore swimming crab	2 (0.3)	5 (0.6)	3.5 (0.5)	8 (1.1)	10 (1.4)	9.0 (1.3)
Conger eel	4 (1.3)	3 (1.0)	3.5 (1.2)	4 (1.2)	6 (1.7)	5.0 (1.5)
Bartail flathead	4 (1.2)	2 (0.7)	3.0 (1.0)	5 (1.5)	4 (1.3)	4.5 (1.4)
Anomura	62 (0.8)	53 (0.7)	57.5 (0.8)	76 (0.9)	59 (0.7)	67.5 (0.8)
Prawn	38 (0.1)	36 (0.1)	37.0 (0.1)	32 (0.1)	49 (0.1)	40.5 (0.1)
Snail	226 (2.7)	207 (2.5)	216.5 (2.6)	186 (2.2)	193 (2.3)	189.5 (2.3)
Others	43 (1.9)	46 (1.8)	44.5 (1.9)	37 (1.6)	32 (1.4)	34.5 (1.5)
Total	714 (38.5)	690 (38.3)	702.0 (38.4)	591 (30.2)	613 (32.4)	602.0 (31.3)

*: 고등어, **: 분쇄 다랑어 내장 + 글루텐 + 대두박 + 글리신.

(): 어획중량(kg)

천연미끼인 M을 미끼로 사용한 통발에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 1,249.9마리와 55.34kg이었으며, 그 중에서 꽃게는 각각 282.0마리(22.6%)와 27.8kg(50.3%)를 차지하였다. 대체미끼인 T₁M_GGSG_LA을 미끼로 사용한 통발에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 898.0마리와 48.1kg이었으며, 그 중에서 꽃게는 각각 225.7마리(25.1%)와 20.9kg(43.5%)를 차지하였다. 대체미끼인 T₁M_GGSG_L의 꽃게 어획미수와 어획중량은 각각 M의 80.0%와 75.2%를 차지하였으며, 민꽃게의 어획이 M에 비해 다소 많은 것으로 나타났다. 따라서, 대체미끼인 T₁M_GGSG_LA의 어획효과는 M에 비해 약 80% 정도로써 다소 미흡하지만, T₁GSG_L에 비해 어획효과가 향상된 것을 확인할 수 있었다. 또한, 천연미끼인 M에 비해 대체미끼의 유인효과가 다소 떨어지는 것에 대한 단점은 대체

미끼의 생산단가가 천연미끼에 비해 60% 정도인 것을 고려하면, 어획량의 부족분을 상당 부분 상쇄할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3.2.34. 고등어(M)와 대체미끼(T₁M_GGSG_LA)에 대한 시험조업 결과

Species	M*				T ₁ M _G GSG _L A**			
	15th Nov., 2007	16th Nov., 2007	17th Nov., 2007	Mean	15th Nov., 2007	16th Nov., 2007	17th Nov., 2007	Mean
Swimming crab	288 (30.5)	293 (28.0)	265 (24.9)	282.0 (27.8)	227 (20.9)	239 (22.6)	211 (19.3)	225.7 (20.9)
Shore swimming crab	105 (10.2)	114 (11.0)	87 (8.5)	102.0 (9.9)	122 (13.9)	138 (15.7)	115 (13.1)	125.0 (14.2)
<i>Ovalipes punctatus</i>	5 (0.5)	6 (0.6)	7 (0.7)	6.0 (0.6)	2 (0.2)	5 (0.5)	3 (0.2)	3.3 (0.3)
Reduling searobin	13 (0.9)	11 (0.8)	10 (0.7)	11.3 (0.8)	40 (3.2)	35 (2.8)	32 (2.6)	35.7 (2.9)
Common octopus	8 (3.8)	12 (5.7)	5 (2.4)	8.3 (4.0)	6 (2.5)	8 (3.4)	5 (2.0)	6.3 (2.6)
Anomura	65 (0.8)	78 (0.9)	49 (0.6)	64.0 (0.8)	73 (0.8)	89 (0.9)	66 (0.7)	76.0 (0.8)
Prawn	23 (0.1)	38 (0.1)	22 (0.1)	27.7 (0.1)	44 (0.1)	61 (0.1)	36 (0.1)	47.0 (0.1)
Snail	673 (8.1)	702 (8.4)	645 (7.7)	673.3 (8.1)	213 (2.5)	427 (5.1)	332 (3.9)	324.0 (3.8)
Others	73 (3.2)	88 (3.9)	65 (2.8)	75.3 (3.3)	56 (2.5)	61 (2.6)	48 (2.1)	55.0 (2.4)
Total	1,253 (58.1)	1,342 (59.4)	1,155 (48.4)	1,249.9 (55.3)	783 (46.6)	1,063 (53.7)	848 (44.0)	898.0 (48.1)

*: 고등어, **: 분쇄 다랑어 내장+분쇄 고등어+글루텐+대두박+글리신+알라닌.
(): 어획중량(kg)

6. 미끼의 생분해도 및 해양오염 기여도

가. 미끼의 형태에 따른 생분해도 평가

1) 미끼 제조방법별 경과시간에 따른 생분해 속도

운전시간 경과에 따른 미끼 단위중량당 오염물질 발생량 변화는 Fig. 3.2.8과 같이 나타내었다. 유기물인 COD는 처리 상태에 관계없이 초기 5일내에 급격하게 분해되는 것으로 나타났으나, 전체적인 분해 양상은 미끼의 처리방법에 따라 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 반응시작 첫째 날의 경우 고등어 미

끼를 처리하지 않은 원형 그대로 사용한 A-1, 껍질을 제거한 A-2, 2토막과 4토막으로 각각 조각을 낸 A-3과 A-4의 경우 처리방법에 관계없이 거의 유사한 분해속도($13.1\sim 14.0\text{mgCOD/g}\cdot\text{d}$)를 나타내었으나, 8토막을 낸 A-5 시료에서는 약 2배 정도인 $24.4\text{mgCOD/g}\cdot\text{d}$ 를 나타내었다. 한편, 약 $1\text{mgCOD/g}\cdot\text{d}$ 의 분해속도에 도달하는 시간을 미끼 처리 상태별로 비교해 보면, 미처리 미끼 A-1의 경우 약 43일로 가장 길었으며, 나머지의 경우는 처리 상태와 관계없이 약 39일 정도의 기간이 소요되어 처리 상태에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

암모니아성 질소($\text{NH}_3\text{-N}$)는 고농도일 경우 어류에게 독성을 미치며, $0.05\sim 0.2\text{ mg/l}$ 의 저농도일 경우에도 어류의 성장을 저해한다(Colt & Armstrong, 1981; Colt & Tchobanoglous, 1978). 본 실험에서 운전시간 경과에 따른 암모니아성 질소의 고등어 미끼 단위 체중량당 발생속도는 유기물과 아주 유사한 형태로 초기 5일 이내에 급격하게 분해된 후 약 1개월 정도까지 다소 불규칙적인 변동을 가지며, 비교적 활발하게 분해되다 그 이후부터는 대단히 안정된 상태로 존재하는 것을 알 수 있었다. 또한 처리 상태에 따른 방출속도 역시 유기물의 경우와 아주 유사하여 반응 1일째 방출속도를 보면 A-5는 $8.4\text{mgNH}_3/\text{g}\cdot\text{d}$ 의 속도를 나타내었으나, 나머지 시료는 처리 상태에 관계없이 비슷한 값($2.94\sim 3.36\text{mgNH}_3/\text{g}\cdot\text{d}$)을 나타내었으며, 운전시간 경과에 따른 안정화 양상도 미끼의 처리 상태와 관계없이 유사한 양상을 나타내었다.

아질산성 질소($\text{NO}_2\text{-N}$)는 암모니아가 질산염으로 되는 생물학적 산화의 중간 산물로서 저농도에도 독성이 있다. 어류의 건강과 생산력 측면에서 아질산성 질소의 농도는 0.012mg/l 이하가 되어야 한다는 보고(Westin, 1974)에서 알 수 있듯이 대단히 낮은 농도에서도 수생태계에 문제를 일으킬 수 있다. 본 연구에서 Fig. 3.2.19에 나타낸 운전시간 경과에 따른 아질산성 질소 방출속도 변화를 보면 초기 5일내에 대부분이 분해되는 것을 알 수 있고, 전체적으로 토막을 많이 낼수록 빠른 속도로 분해됨을 알 수 있다.

질산성 질소($\text{NO}_3\text{-N}$)는 암모니아성 질소의 생물학적 산화의 최종 산물로서 고농도의 경우에만 독성을 미치며, Colt & Tchobanoglous(1978)에 의하면 어류의 96hrLC_{50} 은 $1,000\sim 2,000\text{mg/l}$ 로 보고되고 있다. 본 실험에서는 반응 초기부터

질산성 질소가 약 $2\text{mg/g} \cdot \text{d}$ 정도의 속도로 방출되어 운전시간이 경과됨에 따라 아주 완만하게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 산소 농도가 충분한 상태 하에서는 질산화가 순조롭게 일어나며, 또 이러한 질산화는 장기간에 걸쳐 꾸준히 일어난다는 것을 나타낸다.

유기성 질소와 무기성 질소의 합인 총질소(T-N)의 경우 본 실험결과로 볼 때, 방출속도는 운전시간 경과나 미끼 제조방식과는 관계없이 비교적 일정한 값을 나타내다가 운전시작 75일 이후부터 감소하는 경향을 나타내었다.

한편, 인은 생명체에 있어서 가장 중요한 물질 중의 하나이며, 질소와 더불어 수계 부영양화의 주요 원인물질이다. 본 연구에서 총인(T-P)의 발생속도는 반응 초기에 대단히 빠른 속도로 감소하였으며, 토막을 많이 낼수록 인 방출속도는 높아짐을 알 수 있었다.

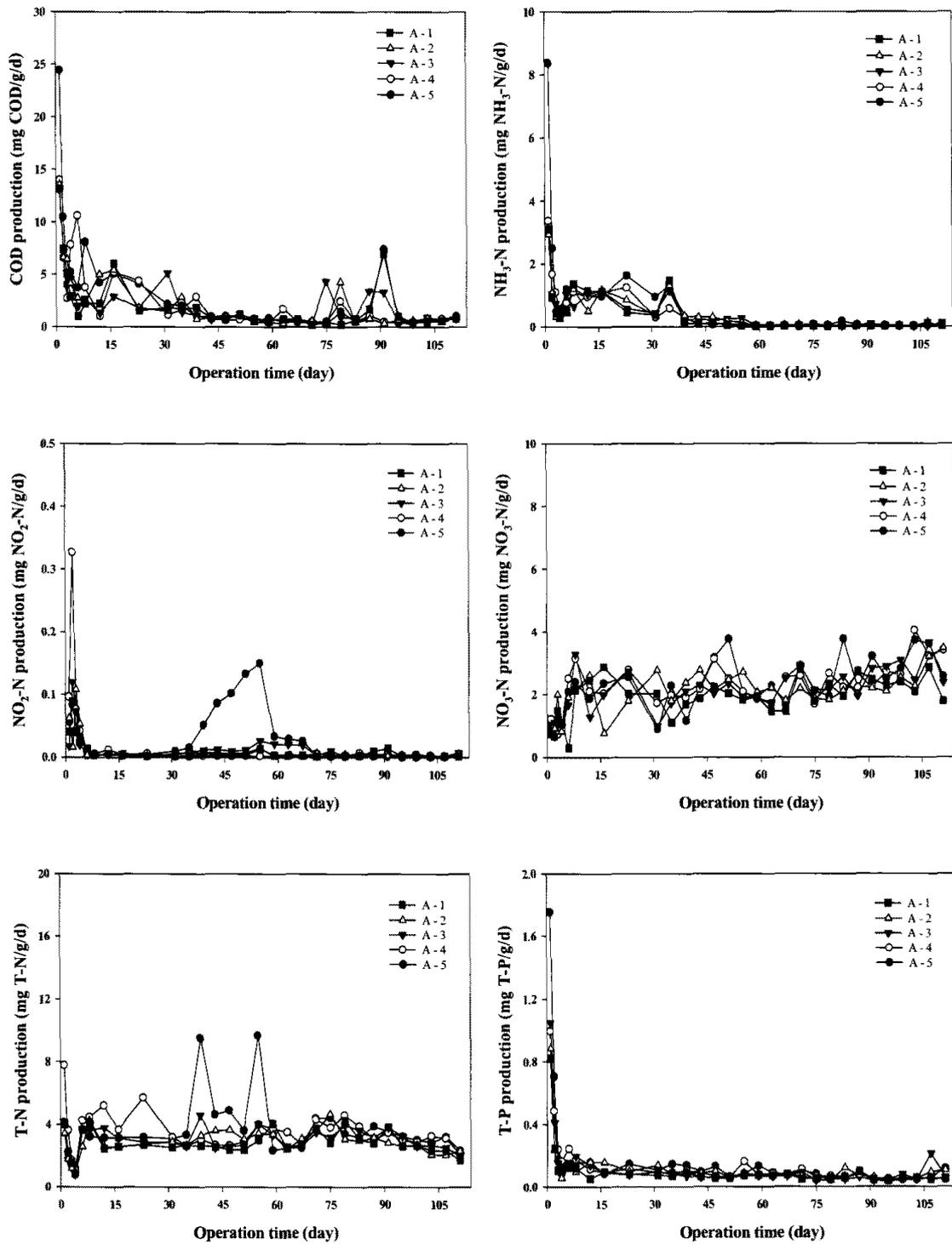


Fig. 3.2.19. 운전시간 경과에 따른 미기 단위 중량당 오염물질 발생량 변화.

2) 미끼 제조방법별 경과시간에 따른 누적발생량

운전시간 경과에 따른 오염물질 각 항목별 누적발생량을 Fig. 3.2.20에 나타내었다. COD의 경우 그림에서와 같이 토막을 내지 않고 껍질 제거 유무만 달리한 A-1과 A-2의 경우에는 누적발생량간에 거의 차이가 없었다. 실험 초기에는 토막을 내지 않고 그대로 사용한 경우나 2조각, 4조각으로 토막을 낸 A-3, A-4도 실험시작 1일째를 기준으로 할 때 약 13mgCOD/g·d로 일정하였으나, 8조각을 낸 A-5의 COD 누적발생량이 크게 증가하는 경향을 나타내었다. 111일간의 실험기간 후 미끼 단위 체중량당 누적발생 COD 부하량을 처리방법별로 보면 A-1은 65.7mgCOD/g·d이며, A-2, A-3, A-4는 각각 67.6, 69.8, 75.4mgCOD/g·d로 토막을 많이 낼수록 COD 누적발생량이 점진적으로 증가하는 경향을 보인다 A-5에서는 94.4mgCOD/g·d로 크게 증가하였다.

암모니아성 질소의 경우 역시 COD의 경우와 유사한 패턴을 나타내었다. 암모니아성 질소의 경우 111일간의 누적발생량을 보면, A-1의 경우 12.02mgNH₃-N/g·d, A-2의 경우 12.11mgNH₃-N/g·d로 껍질 제거 유무에 따른 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. A-3, A-4, A-5에서는 13.25, 13.70, 20.92mgNH₃-N/g·d로 각각 나타나 COD에 비하여 토막 정도에 따른 영향이 좀 더 크게 나타나는 것을 알 수 있었다.

아질산성 질소의 경우도 유사한 경향을 나타내어 A-1은 0.32mgNO₂-N/g·d이었으나, A-2, A-3, A-4, A-5에서는 각각 0.35, 0.44, 0.65, 0.87mgNO₂-N/g·d로 토막 정도에 따라 누적발생 부하량은 거의 직선적으로 증가하는 것으로 나타났다.

질산성 질소의 경우에는 111일간 총 누적부하량을 보면 A-1의 경우 56.9mgNH₃-N/g·d인데 비해 A-2, A-3, A-4, A-5에서는 각각 63.4, 63.7, 67.7, 68.1 mgNH₃-N/g·d로 나타나 토막 정도에 따른 부하량 증가는 거의 없는 것으로 나타났다.

총질소의 경우에는 A-1, A-2의 경우 총 누적부하량이 각각 83.8과 85.6mgT-N/g·d로 나타나 껍질 제거에 따른 영향이 거의 없었으나, A-3, A-4, A-5의 경우 각각 89.8, 106.3, 109.4mgT-N/g·d로 토막을 많이 낼수록 발생부하량이 증

가하나, 그 정도는 그리 크지 않은 것으로 나타났다.

총인의 경우에는 COD나 질소의 경우보다 A-1에서 A-5까지의 누적부하량의 차이가 분명하게 나타나 A-1는 $3.08\text{mgT-P/g} \cdot \text{d}$, A-2는 $3.51\text{mgT-P/g} \cdot \text{d}$ 이었으며, A-3, A-4, A-5에서는 각각 3.80, 4.21, $5.17\text{mgT-P/g} \cdot \text{d}$ 로 토막수가 증가함에 따라 거의 직선적으로 누적 부하량이 증가하는 경향을 나타내었다.

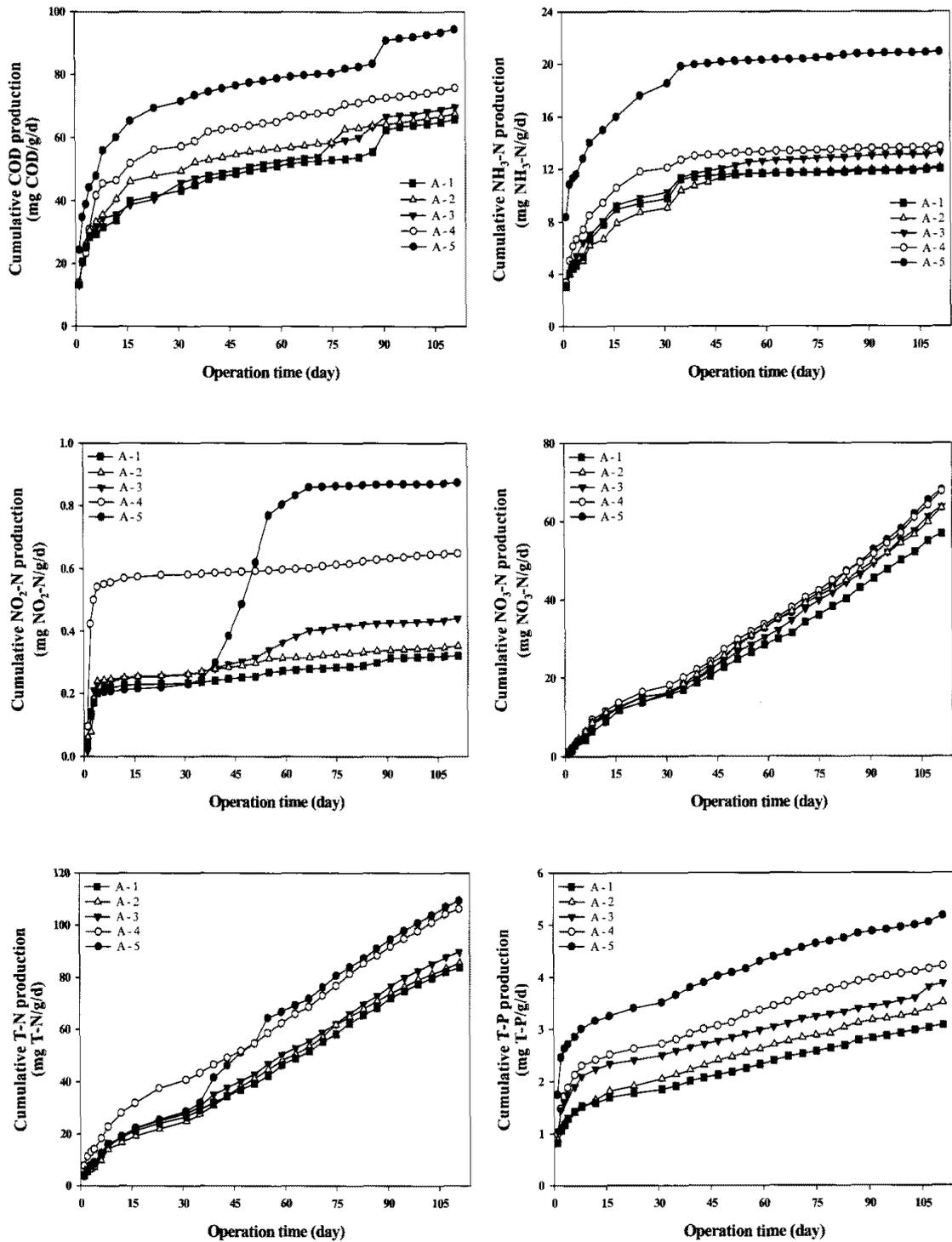


Fig. 3.2.20. 운전시간 경과에 따른 항목별 오염물질 누적발생량 변화.

3) 고등어와 다랑어 내장 미끼의 비교 실험

고등어를 미끼로 사용하였을 때 미끼 단위중량당 오염물질 발생 부하량이 가장 낮은 값을 나타낸 A-1과 가장 높은 값을 나타낸 A-5를 다랑어 내장을 사용한 B-1과 비교하였다. Fig. 3.2.21은 경과시간에 따른 단위 체중량당 오염물질 발생속도를 Fig. 3.2.22는 경과시간에 따른 누적 오염부하량 변화를 나타내었다.

Fig. 3.2.21에서 보면, 단위 체중량당 COD 발생속도는 반응 첫째 날을 기준으로 할 때 다랑어 내장을 시료로 사용한 B-1에서 $12.6\text{mgCOD/g} \cdot \text{d}$ 로 나타나 A-1의 $13.2\text{mgCOD/g} \cdot \text{d}$ 와 유사하였으며, A-5의 $24.4\text{mgCOD/g} \cdot \text{d}$ 에 비해서는 약 절반 정도의 값을 나타내었다. 한편, $1\text{mgCOD/g} \cdot \text{d}$ 에 이르기까지의 경과시간 역시 A-5에서는 39일이 소요되었는데 비해, A-1과 B-1에서는 43일이 소요되어 고등어를 원형 그대로 미끼로 사용한 경우와 유사한 양상을 나타내었다.

Fig. 3.2.22에 나타낸 바와 같이 누적 부하량의 변화 역시 오염물질의 종류에 따라 다른데, COD, T-N, T-P의 경우는 A-1과 유사한 패턴을 나타내었으나, 암모니아성 질소와 질산성 질소의 경우에는 A-1과 A-5의 중간 정도의 양상을 나타내었고, 아질산성 질소의 경우에는 오히려 A-5와 유사한 양상을 나타내었다. 즉, COD의 경우 111일간 누적 발생부하량이 B-1이 $67.3\text{mgCOD/g} \cdot \text{d}$, A-1이 $65.7\text{mgCOD/g} \cdot \text{d}$ 인데 비해 A-5는 $94.4\text{mgCOD/g} \cdot \text{d}$ 로 나타났다. T-N의 경우는 B-1이 $86.4\text{mgT-N/g} \cdot \text{d}$, A-1이 $83.8\text{mgT-N/g} \cdot \text{d}$ 인데 비해 A-5는 $109.4\text{mgT-N/g} \cdot \text{d}$ 로 나타났다. T-P의 경우는 B-1이 $3.1\text{mgT-P/g} \cdot \text{d}$, A-1이 $3.1\text{mgT-P/g} \cdot \text{d}$ 인데 비해 A-5는 $5.2\text{mgT-P/g} \cdot \text{d}$ 로 나타났다. 한편, 암모니아성 질소의 경우에는 B-1이 $16.3\text{mgNH}_3\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 로 A-1의 $12.0\text{mgNH}_3\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 와 A-5의 $20.9\text{mgNH}_3\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 의 중간 정도의 값을 나타내었고, 질산성 질소의 경우 B-1이 $60.6\text{mgNO}_3\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 를 나타내어 A-1의 $56.9\text{mgNO}_3\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 와 A-5의 $68.1\text{mgNO}_3\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 의 중간 정도의 값을 나타내었다. 아질산성 질소의 경우에는 B-1이 $0.8\text{mgNO}_2\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 를 나타내어 A-5의 $0.9\text{mgNO}_2\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 와 유사하였으며, A-1의 $0.3\text{mgNO}_2\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 보다는 높은 값을 나타내었다.

이러한 발생속도 변화 추이는 암모니아성 질소에 있어서도 유사한데, 반응 첫째날 발생속도는 A-1과 B-1에서 각각 3.1 과 $2.3\text{mgNH}_3\text{-N/g} \cdot \text{d}$ 이었으나, A-5

에서는 $8.4\text{mgNH}_3\text{-N/g}\cdot\text{d}$ 로 약 2.7배 정도 높은 것으로 나타났다. 암모니아성 질소의 발생속도가 안정화되는데 소요되는 시간을 비교하기 위하여 $0.1\text{mg NH}_3\text{-N/g}\cdot\text{d}$ 까지 발생속도가 낮아지는데 소요되는 시간을 비교해 본 결과, B-1에서는 약 55일이 소요되는데 반해, A-1에서는 43일, A-5에서는 39일이 소요되는 것으로 나타나 다랑어 내장에서 발생하는 암모니아성 질소가 안정화되는데 소요되는 시간은 다랑어 내장이 고등어 시료보다 긴 것으로 나타났다. 반면, 질산성 질소의 발생속도는 각 시료간 별 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 총 질소의 경우는 반응 첫째 날 B-1이 $3.4\text{mgT-N/g}\cdot\text{d}$ 로 나타나 A-1에서의 $4.0\text{mg T-N/g}\cdot\text{d}$, A-5에서 $4.1\text{mgT-N/g}\cdot\text{d}$ 보다 다소 낮은 것으로 나타났으나, 전체적으로는 A-5 보다는 낮고 A-1과는 유사한 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 총인의 경우에도 마찬가지로 B-1은 A-1과 유사한 발생속도를 나타내었다. 따라서, 전체적으로 경과시간에 따른 다랑어 내장에서 발생하는 오염물질의 발생속도는 고등어를 그대로 미끼로 사용한 A-1 보다는 크며, 8토막으로 나누어 제조한 A-5 보다는 작은 것으로 나타났다.

이를 통하여 꽃게 통발용 미끼에 사용되는 재료의 종류보다는 재료의 제조 또는 처리방법이 수질오염 측면에서 더 중요하다는 것을 알 수 있었다.

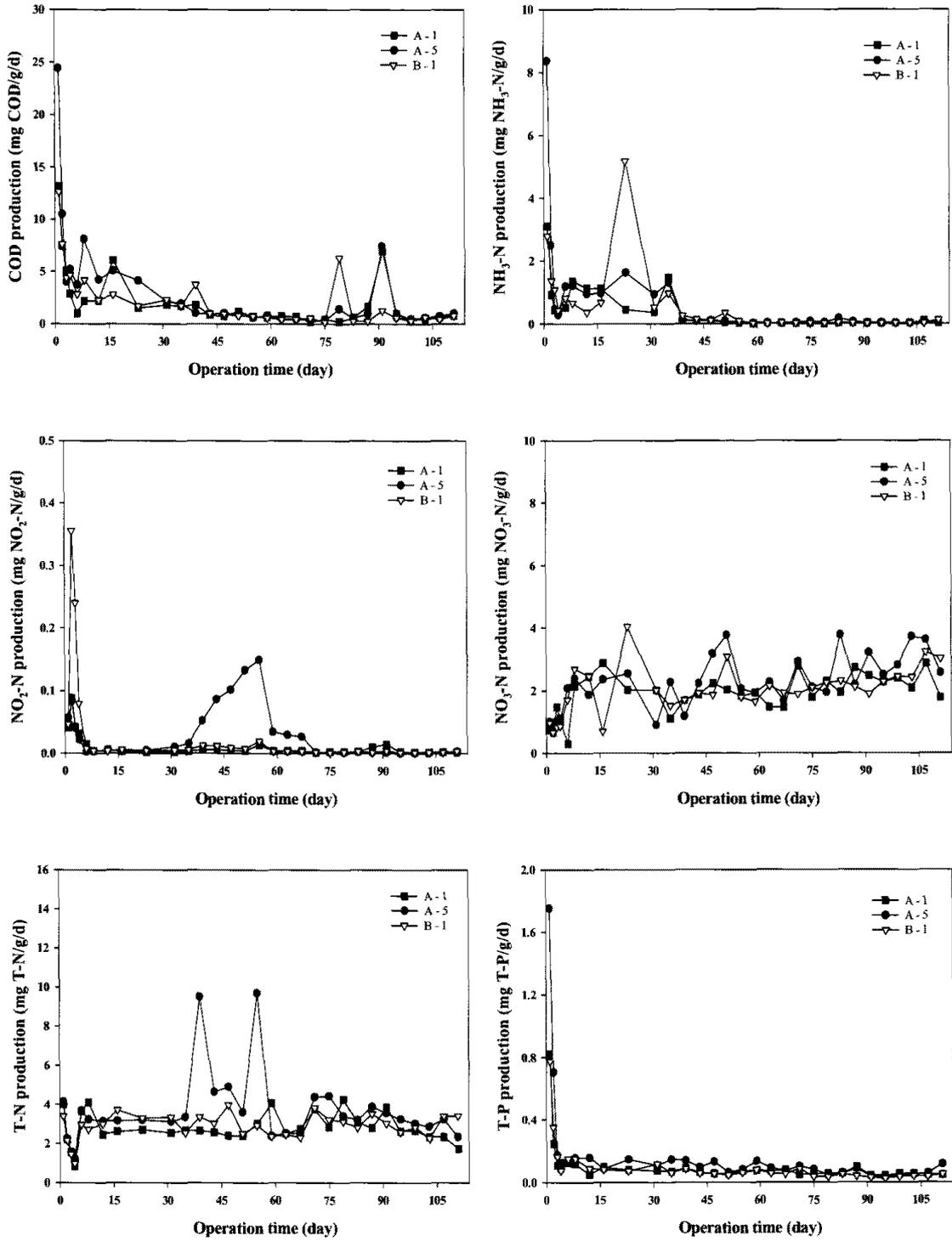


Fig. 3.2.21. 경과시간에 따른 단위 증량당 오염물질 발생속도 변화.

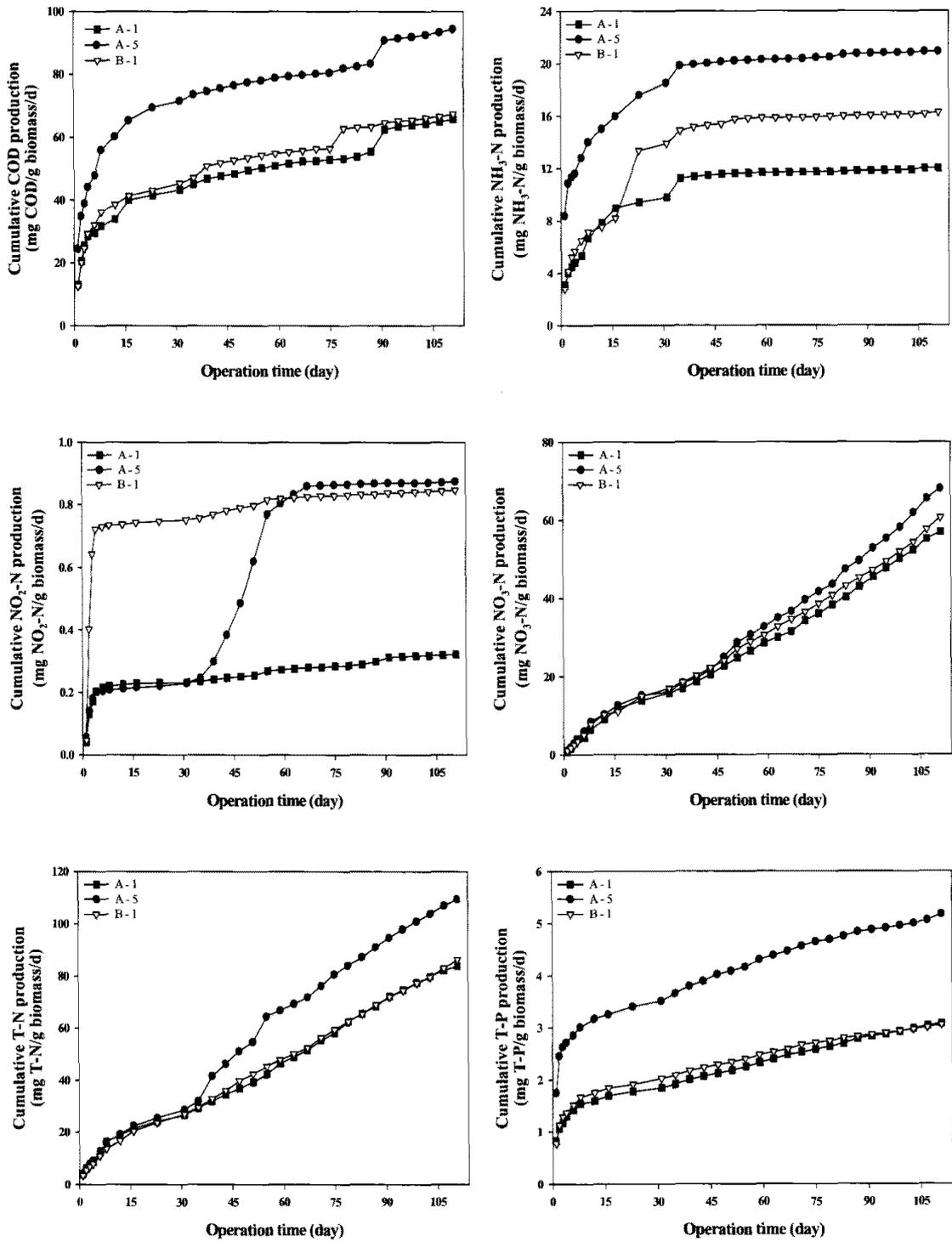


Fig. 3.2.22. 경과시간에 따른 누적 오염부하량 변화.

나. 미끼의 해양오염 기여도

인공미끼의 생분해도 실험결과를 바탕으로 인공미끼 사용이 주변 해양환경에 미치는 영향을 검토하기 위하여 시험조업 주변 해역에 대하여 수질을 측정하였다. 시험조업 해역의 표층수와 저층수 및 대조 지역에 대한 수질 측정치는 Table 3.2.35에 나타낸 바와 같다. 통발 근처에서 채취한 시료와 대조 해역에서 채취한 시료의 SS, COD, T-N, T-P, DO, pH는 모두 거의 차이가 없음을 알 수 있다.

Table 3.2.35. 시험조업 해역의 수질 측정 자료

Sample	Item (unit : mg/l except pH)											비고
	SS	COD	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	T-N	PO ₄ -P	T-P	DO	pH	Temp.	
1S-18	36	1.88	0.0621	0.0027	0.1084	0.6796	0.0200	0.0371	12.03	7.83	15.5	통발부근
2S-18	36	1.68	0.1534	0.0050	0.1188	0.4348	0.0170	0.0426	13.76	7.67	15.7	통발부근
3S-18	34	1.48	0.1207	0.0017	0.1333	0.4412	0.0260	0.0397	11.94	7.90	15.7	대조군
1B-18	31	1.68	0.0935	0.0007	0.1300	0.4704	0.0150	0.0421	13.07	8.31	14.9	통발부근
2B-18	38	1.56	0.1606	0.0021	0.1208	0.7806	0.0170	0.0545	14.47	8.10	15.0	통발부근
3B-18	36	1.76	0.1839	0.0012	0.1279	0.6309	0.0170	0.0492	12.67	8.02	15.7	대조군
1S-19	25	1.00	0.1088	0.0028	0.1302	0.2740	0.0150	0.0495	11.59	7.78	17.4	통발부근
2S-19	29	1.92	0.0337	0.0020	0.1129	0.3751	0.0120	0.0346	10.70	7.99	17.3	통발부근
3S-19	26	1.32	0.0550	0.0011	0.1345	0.4360	0.0200	0.0392	10.92	7.69	17.7	대조군
1B-19	41	1.64	0.0417	0.0046	0.1470	0.2582	0.0250	0.0654	12.07	8.01	15.3	통발부근
2B-19	37	1.72	0.0590	0.0014	0.1337	0.5646	0.0220	0.0524	11.06	8.04	15.4	통발부근
3B-19	37	1.76	0.0565	0.0025	0.1306	0.5274	0.0190	0.0603	12.12	7.91	15.4	대조군

S: 표층수, B: 저층수, 1, 2: 통발 부설위치의 처음과 끝부분 3: 대조군 18, 19: 시료 채취일

표층수와 저층수 각각에 대하여 COD, T-N, T-P 농도를 비교한 결과는 Fig. 3.2.23과 Fig. 3.2.24에 나타낸 바와 같다. 표층수에 대하여 통발이 설치된 지점 2군데와 통발에서 1km 정도 떨어진 대조 해역에서의 수질 자료를 보면, Table 3.2.36의 해역 수질기준과 비교할 때 COD, T-N, T-P 모두 2등급 정도의 수질을 나타내었다.

Fig. 3.2.23의 표층수 농도를 보면, 조업지역에서 채취한 표층수 1 및 2 자료가 대조 지역의 자료와 별 차이가 없는 것으로 나타났으며, Fig. 3.2.14의 저층수 자료도 조업 해역과 대조 해역 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서, 인공미끼의 생분해 실험에서 인공미끼의 원재료의 종류에 상관없이 초기 이틀 내에 대부분이 분해되고, 5일 후부터 안정화된다는 결과(Jeong et al., 2008)에

기초할 때, 인공미끼가 해역의 수질에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 생각할 수 있다.

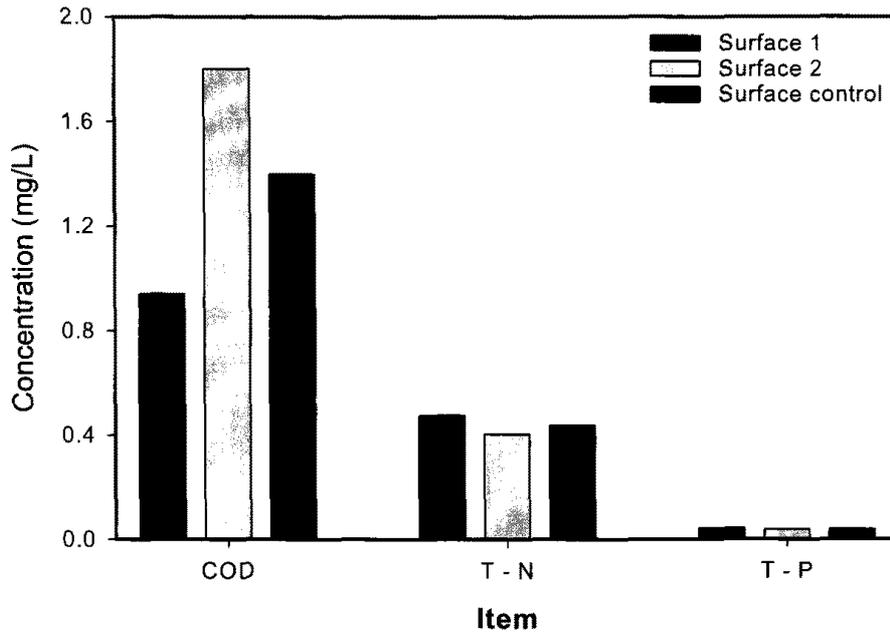


Fig. 3.2.23. 표층수의 항목별 농도.

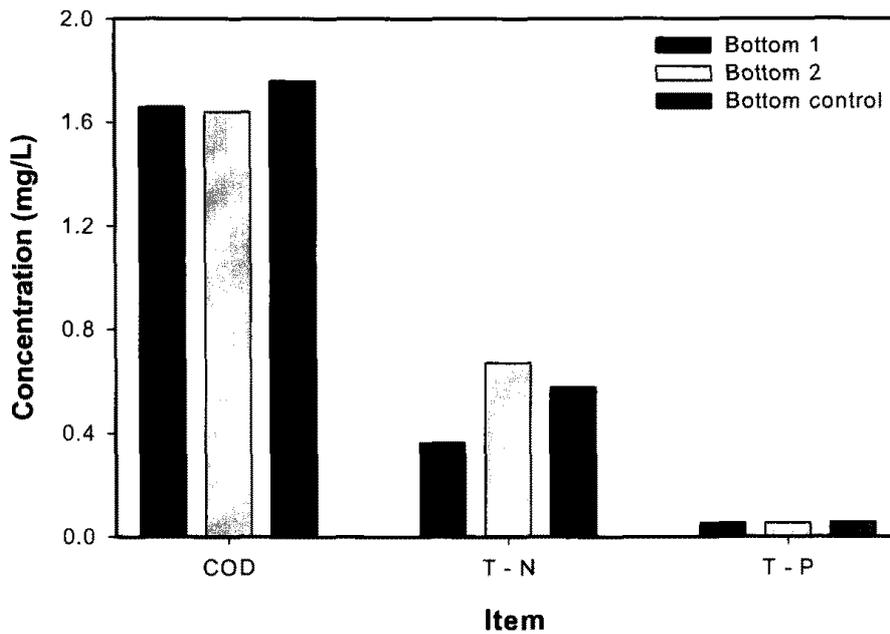


Fig. 3.2.24. 저층수의 항목별 농도.

Table 3.2.36. 해역 및 생활환경 기준

등급	기 준						
	수소 이온 농도 pH	화학적 산소요구량 COD (mg/l)	용존 산소량 DO (mg/l)	총대장균군 (총대장균 군수/100ml)	용매 추출 유분 (ml/L)	총질소 (ml/L)	총인 (ml/L)
I	7.8~8.5	1 이하	7.5 이상	1,000 이하	0.01 이하	0.3 이하	0.03 이하
II	6.5~8.5	2 이하	5 이상	1,000 이하	0.01 이하	0.6 이하	0.05 이하
III	6.5~8.5	4 이하	2 이상	-	-	1.0 이하	0.09 이하

- ① 등급 I은 참돔·방어 및 미역 등 수산생물의 서식·양식 및 해수욕에 적합한 수질을 말한다.
- ② 등급 II는 해양에서의 관광 및 여가선용과 승어 및 김 등 등급 I의 해역에서 서식·양식에 적합한 수산생물 외의 수산생물의 서식·양식에 적합한 수질을 말한다.
- ③ 등급 III은 공업용 냉각수, 선박의 정박 등 기타 용도로 이용되는 수질을 말한다.

제3절 결 론

꽃게 통발용 천연미끼를 대체할 수 있는 실용적인 인공미끼의 개발을 위하여 유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분 조사, 대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공, 고성능 인공미끼의 대량생산법 개발, 천연미끼의 유인효과 조사, 미끼와 미끼통의 형광 특성 및 부산물을 이용한 미끼의 유인효과 조사, 미끼의 생분해도 및 해양 오염 기여도 조사 등에 관한 연구를 수행하였다.

유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분 조사를 위하여 천연미끼 종류 및 성형 형태에 따른 유인 특성 비교, 유인활성물질의 분석 및 분석, 성형물질의 소재 특성을 조사하였다. 꽃게 통발용 미끼로서 가장 유용하게 사용되는 것은 고등어였으며, 고등어의 부위별 유인효과는 머리쪽에 비해 꼬리쪽 부위가 높았고, 등쪽보다 내장쪽 부위가 높았다. 이것은 유인물질의 농도 외에 미끼의 인식에 필요한 표면적이 유인효과에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

고등어의 형태에 따른 유인효과는 고등어의 원형을 잘게 나누면 나눌수록 급격히 감소하였다. 이것은 시료를 잘게 나누면 상대적으로 단위 중량당 표면적이 증가하여 유인물질의 방출속도가 급속히 증가되어 소실되기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 꽃게의 유인에는 미끼의 표피 및 유인물질의 방출속도가 중요한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

고등어는 일반 성분 중 단백질, 지방, 회분, 탄수화물의 순으로 함량이 높았으며, 특히 지방의 함량이 31.6%로 비교적 높았다. 한편, 고등어 물층의 화학적 조성은 원 시료인 고등어에 비해 아미노태 질소는 5.5배, 휘발성 염기 질소는 3.8배 증가하였고, 핵산 관련물질은 IMP는 26.2배, 이노신은 30.2배, 하이포크산틴은 7.2배 증가하였다. 즉, 물 핵분은 극성도가 높은 핵분으로서 아미노산, 휘발성 염기, 핵산 관련물질이 다량 함유되어 있으므로, 이들이 중요한 꽃게의 유인물질 성분일 것으로 추정된다.

결착제별 꽃게의 유인효과는 변성 전분>글루텐>알긴산염의 순이었으나, 가격과 작업성을 고려할 때 글루텐이 가장 적합한 것으로 판단하였다. 따라서, 이후의 유인물질 평가실험에는 글루텐을 결착제로 사용하였다.

대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공을 위하여 농수축산 부산물을

이용한 대체미끼 선정, 대체 소재에 대한 유인활성물질의 분획 및 분석, 대체 소재의 유인 획분의 이화학적 특성 조사, 대체 소재의 성형 형태에 따른 구조 선정, 꽃게의 인식 특성을 조사하였다. 수산 부산물인 고등어 내장, 다랑어 내장, 오징어 내장, 멸치 자숙액에 대한 유인효과는 고등어 내장>다랑어 내장>멸치 자숙액>오징어 내장의 순으로 높았으나, 원료 수급면에서 볼 때 다랑어 내장은 참치 통조림공장에서 대규모로 구입할 수 있는 반면, 고등어는 소규모 가공업체에서 원료를 수급해야 하는 문제점이 있어 다랑어 내장이 원료 수급 및 가격면에서 경쟁력이 높을 것으로 판단된다. 반면에, 농축산 부산물의 유인 효과는 수산 부산물에 비해 매우 낮았다.

대체 소재인 다랑어 내장의 일반 성분은 단백질 73.1%, 지방 20.2%, 회분 6.7%로써 고등어에 비해 단백질 함량이 높고, 지방의 함량은 낮으며, 회분의 함량은 약간 높았다. 또한, 다랑어 내장 물층의 화학적 조성은 아미노태 질소는 5.04%, 휘발성 염기 질소는 630.47mg%로 고등어 물층에 비해 각각 3.1배, 3.5배 정도 함량이 높아 수용성 물질의 함량이 높았다.

인공미끼의 성형 방법은 혼합 paste상 재료를 봉상형으로 성형하는 것이 유인물질의 확산속도 및 지속시간의 조절이 용이하고, 가공이 쉬운 것으로 나타났다기 때문에 인공미끼의 가공 형태로 채택하였다.

꽃게의 미끼 인식 특성 조사에서 고등어 표피, 고등어 내장, 게 다리, 게 몸통, 돼지 비계, 크릴 등의 모든 시료가 UV 장파장 하에서 선명한 청색과 황색 형광을 띄고 있음을 알 수 있었다. 따라서, UV 장파장이 수중생물의 시각 인식에 미치는 영향에 대한 보다 많은 검토가 요구된다.

고성능 인공미끼의 대량생산법 개발을 위하여 인공미끼의 부원료 및 배합비 설정, 저장방법에 따른 성분 변화 조사, 침지시간에 따른 성분 유출량에 관한 조사, 인공미끼의 대량생산법을 검토하였다. 인공미끼의 부원료와 배합비는 다랑어 내장 70, 고등어 30, 대두박 30, 글루텐 10, 글리신 0.2, 알라닌 0.2로 설정하였다.

저장방법에 따른 성분 변화는 9개월간 저장 중 유인성분인 아미노태 질소의 함량은 1.26%에서 1.45%로 완만히 증가하였고, 효소 및 미생물의 작용에 의해

단백질 등의 성분이 분해되어 발생하는 휘발성 염기질소의 함량은 96.3mg%로 변화가 없었다. 반면에, 지방의 산패 정도를 나타내는 산가와 과산화물가는 각각 62.7%, 144.9%씩 증가하여 -20℃ 저장 중에도 지방의 산패가 발생되었음을 알 수 있다. 이것은 인공미끼를 부직포에 충전한 후 스티로폼 박스에 보관하는 동안 냉동고 내의 공기에 의한 산패가 발생되었기 때문으로 판단된다. 따라서, 인공미끼의 저장 중 성분 변화를 최소화하기 위해서는 진공 포장하거나 공기를 차단하여 -20℃로 저장하면 9개월 이내에는 품질 변화를 최소화 할 수 있음을 알 수 있었다.

침지시간에 따른 무게의 변화는 침지시간이 증가할수록 원형, 8절 및 16절의 시료는 무게가 감소한 반면에 성형 시료는 오히려 무게가 증가하였다. 이것은 분쇄한 고등어에 첨가한 30%의 대두박과 10%의 글루텐으로 인하여 흡수된 물의 양이 침지 중 소실된 량보다 증가하기 때문으로 추측된다. 침지시간에 따른 아미노태 질소, 휘발성 염기질소, 산가 및 과산화물가의 변화는 아미노태 질소는 원형, 8절, 16절 모두 2시간 이내에 급격히 감소하고, 이후 완만한 감소 경향을 나타내었다. 지질, 단백질, 회분 및 수분의 변화는 전 시료 모두 침지시간에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았다. 따라서, Chang et al.(2007)의 꽃게 통발용 미끼의 유인효과 실험에서 시료를 조각을 작은 조각으로 나눌수록 어획량이 감소하고, 또한 4시간 이후 급격히 유인효과가 감소하는 결과로 미루어, 유인물질로 작용하는 고등어를 조각내면 낼수록 표면적이 넓어져 유인물질의 유출량이 급속히 증가되는 것과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다.

인공미끼의 대량생산법 검토에서 형광 미끼통의 대량생산 공정은 원료 배합 →사출 성형 과정의 순이며, 시험용 형광 미끼통의 생산단가는 약 67원/개로써 그에 해당하는 추가 비용이 드는 것으로 나타났으나, 대량 생산체제로 생산하는 경우에는 30~50% 정도의 경비 절감이 가능할 것으로 생각된다. 수산 부산물인 다랑어 내장을 주원료로 사용한 인공미끼의 대량생산 공정은 세절 및 혼합 →자동 충전 포장 성형 →동결 과정의 순이며, 시험용 인공미끼 1개당 생산단가는 약 69원/개(1,150원/kg)로써 냉동 고등어를 사용한 천연미끼 1개당 생산단가가 약 109원/개(1,750원/kg)와 비교하면 약 60% 정도이다. 따라서, 다랑어 내장

을 주원료로 사용한 인공미끼의 생산비는 가격 경쟁력이 있는 것으로 판단된다.

천연미끼의 유인효과 조사를 위하여 미끼의 유인효과 지속시간 조사, 미끼의 선호도 조사, 미끼의 형태 인식을 조사하였다. 침지시간에 따른 입롱율은 통발을 침지한 후 대체로 5시간 정도 경과하면 고등어, 정어리 및 멸치 3종류의 미끼에서 모두 80% 이상 입롱하는 것으로 나타났다. 따라서, 꽃게 통발 어업이 행해지는 현장에서의 조류 등에 의한 영향을 고려하면 미끼에 의한 유인효과의 지속시간은 더 짧아질 것으로 추정되므로, 침지시간은 6시간 이내로 하여도 좋을 것으로 생각된다.

미끼의 선호도 조사에서 고등어 6.9마리(23.0%), 정어리 2.8마리(9.3%), 멸치 0.2마리(0.7%)로써 고등어의 유인효과는 정어리와 멸치에 비해 상당히 우수한 것으로 나타났다. 또한, 미끼의 가격 및 미끼 공급의 편의성 등을 고려할 때, 꽃게 통발용 인공미끼의 개발을 위한 미끼의 유인효과에 대한 지표(index)로서 고등어를 기준으로 하는 것이 타당한 것으로 확인되었다.

미끼의 형태 인식 조사에서 미끼용 고등어의 피부를 제거하지 않은 것(M)의 입롱미수는 평균 2.4마리(8.0%)인 것에 비해 피부를 제거한 것(M_R)의 입롱미수는 평균 1.2마리(4.0%)로써 피부의 유무에 따라 입롱율이 크게 차이가 나타났다. 또한, 꽃게 통발용 미끼로 사용되는 고등어의 표면에서도 형광을 나타내는데, 이러한 형광색이 꽃게의 시각목표가 될 수 있으며, 꽃게 통발용 미끼로 고등어를 사용할 때 조각을 많이 낼수록 미끼 표면의 형상은 원형을 잃게 되어 형광을 나타내기 어려워지므로 꽃게가 미끼의 존재를 알아차리기 힘들게 되어 입롱율이 감소하는 것으로 생각된다.

미끼 및 미끼통의 형광 특성 및 부산물을 이용한 미끼의 유인효과를 조사하였다. 통발 어업이나 낚시 어업에서 미끼 또는 대체미끼로 사용되는 고등어(M), 크릴(K), 바지락(M_C), 돼지 비계(P_F), 닭 머리(C_H)의 5종류에 대한 형광 특성은 고등어의 표피, 크릴 및 바지락의 패각, 닭의 부리 부분에서는 선명한 청색 계통의 형광이, 고등어의 근육 및 내장에서는 녹색 계통의 형광이, 돼지 비계 및 닭 머리의 지방 부분에서는 황색 계통의 형광이 나타나는 것을 알 수 있

었다. 또한, 꽃게 통발용 미끼로 주로 사용되고 있는 고등어, 정어리, 꽁치, 청어 등의 어류의 표피 부분은 자외선을 조사하면 선명한 청색 계통의 형광을 나타내는 것을 고려하면, 청색 계통의 형광이 꽃게의 먹이 인식에 영향을 미칠 것으로 생각된다. 한편, 통발 조업시 사용되고 있는 직육면체형 적색 플라스틱 미끼통에 각각 황색, 녹색, 적색, 청색의 형광 도료를 칠하여 UV 장파장 영역에서 자외선을 조사한 결과, 녹색, 적색 및 청색 형광 도료를 칠한 미끼통에서는 각각 녹색, 적색 및 청색의 강한 형광을 나타내었으나, 황색 형광 도료를 칠한 미끼통에서는 황녹색의 형광을 나타내었다.

고등어(M), 고등어+분쇄 고등어 내장(MM_I), 고등어+분쇄 다랑어 내장(MT_I), 고등어+분쇄 크릴(MK)의 4종류의 미끼를 대상으로 통발 1개에 4종류의 미끼를 각각 넣고, 미끼 종류별 평균 입롱미수를 조사한 결과, M, MM_I, MT_I 및 MK의 4종류의 각각 미끼에 대한 종류별 평균 누적 입롱미수는 MM_I 및 MK가 평균 3.9마리(13.0%)로써 M에 비해 다소 높게 나타났으며, MT_I는 평균 2.1마리(7.0%)로 가장 낮게 나타났다. 한편, M, MM_I, MT_I 및 MK의 미끼를 4개의 통발에 각각 넣고, 4종류의 미끼에 대한 선호도를 조사한 결과에서는 천연미끼로 사용되고 있는 M에는 평균 3.0마리(10.0%)가 입롱한 반면, MM_I, MT_I 및 MK에는 각각 평균 1.2마리(4.0%), 1.0마리(3.3%) 및 1.5마리(5.0%)로써 미끼의 선호도는 천연미끼에 비해 30~50%에 불과하였다. 이것은 수산 부산물을 꽃게 통발용 미끼로 사용하기 위해서는 유인 성능을 더욱 강화해야 할 것으로 생각된다.

천연미끼로 사용 중인 고등어(M)와 천연미끼를 대체할 소재로서 이용 가능한 크릴(K), 바지락(M_C), 돼지 비계(P_F), 닭 머리(C_H)의 4종류에 대한 선호도를 조사한 결과, M에는 평균 3.2마리(10.7%)가 입롱한 반면, K에는 평균 1.6마리(5.3%)로써 선호도가 50% 수준이었으며, M_C, P_F 및 C_H에는 평균 0.1~0.2마리(0.3~0.7%)로써 입롱미수가 매우 적었다. 이상의 결과에서 크릴은 유인 성능을 보완하면 꽃게 통발용 대체미끼로서의 가능성이 있는 것으로 판단되나, 바지락이나 돼지 비계 및 닭 머리와 같은 축산 부산물은 대체미끼로서의 가능성이 낮은 것으로 판단되었다.

미끼통의 형광색에 대한 선호도는 기존의 적색 무형광 미끼통(RF_N)을 사용

한 통발에는 평균 2.0마리(6.7%)가 입룡하였으나, 청색 형광 미끼통(BF)의 경우에는 5.0마리(16.7%)로써 RF_N에 비해 2.5배 정도 입룡율이 좋았으며, 적색 형광 미끼통(RF)의 경우에는 RF_N와 동일한 수준이었고, 녹색 형광 미끼통(GF)의 경우에는 50%, 황색 형광 미끼통(YF)의 경우에는 전혀 입룡하지 않았던 것으로 나타났다. 이것은 Chang et al.(2006)의 결과에서와 같이 꽃게 통발용 미끼로 사용되는 고등어의 경우, 표피 부분에서 선명한 청색 계통의 형광을 나타내는 것과 관련이 있는 것으로 생각되며, 꽃게와 같은 갑각류인 갯가재(mantis shrimp)는 빛이 겨우 들어오는 어두운 바다 깊은 곳에서도 체표면에서 나타나는 형광색에 의하여 동료를 인식하는 등 형광을 이용하여 서로에게 신호를 보내는 것으로 알려져 있다(Mazel et al., 2003; Wikipedia, 2006). 따라서, 청색 형광 미끼통을 사용하면 미끼의 유인효과를 강화시킬 수 있을 것으로 생각된다. 한편, 미끼통의 형상이 꽃게의 입룡에 영향을 미치는지를 조사하기 위하여 청색 플라스틱 형광 미끼통과 실리콘 고등어 모형 미끼통에 고등어를 각각 미끼로 사용한 통발에 대한 입룡미수를 조사한 결과에 의하면, 직육면체형 플라스틱 청색 형광 미끼통(HP)에는 평균 3.4마리(11.3%)로써 실리콘 고등어 모형 청색 형광 미끼통(SM)의 평균 3.2마리(10.7%)보다 다소 입룡미수가 많은 것으로 나타났다. 이것은 미끼통의 형상이 꽃게의 유인 효과와는 관계가 없거나 적은 결과는 An et al.(2006)의 문어낚시용 인공미끼에 대한 결과와는 다소 차이가 있으며, 형광색에 의한 선호도가 더 크게 작용했던 것으로 생각된다. 또한, 형광 미끼통의 유인효과를 확인하기 위하여 적색 무형광 미끼통(RF_N)과 청색 형광 미끼통(BF)의 2종류의 미끼통에 대한 어획효과를 3회에 걸쳐 시험조업한 결과, RF_N에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 392.3마리와 26.3kg였으며, 그 중에서 꽃게는 각각 71.7마리(18.3%)와 16.9kg(64.3%)를 차지하였다. BF에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 403.3마리와 30.7kg였으며, 그 중에서 꽃게는 각각 93.0마리(23.1%)와 19.8kg(64.5%)를 차지하는 것으로 나타나 혼획율이 다소 높았다. 이와 같이 3회에 걸친 시험조업에 의한 어획물 조성에는 다소 차이가 있으나, 대체로 형광 미끼통을 사용한 통발에 의한 꽃게의 어획미수는 약 30% 정도, 어획중량은 약 20% 정도 많은 것으로 나타났다. 따라서, 현재 꽃게 통발 조

업시 사용하고 있는 적색 무형광 미끼통을 청색 형광 미끼통으로 바꾸면 20~30% 정도 어획량의 증가를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

대체 소재로써 수산 부산물인 다랑어 내장을 주원료로 한 대체미끼에 대한 유인효과 조사에서 청색 형광 미끼통(BF)에 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T₁GSG_L)의 미끼를 넣은 통발과 적색 무형광 미끼통(RF_N)에 천연미끼인 고등어(M)를 넣은 통발에 대한 유인효과를 비교한 결과에 의하면, 적색 무형광 미끼통(RF_N)에 천연미끼인 고등어(M)를 넣은 통발의 입롱미수는 평균 3.3마리(11.0%)였으며, 청색 형광 미끼통(BF)에 분쇄 다랑어 내장+글루텐+대두박+글리신(T₁GSG_L)의 미끼를 넣은 통발의 입롱미수는 평균 2.7마리(9.0%)로써 M에 비해 약 15% 정도 입롱미수가 적은 것으로 나타났다. 이것은 고등어 미끼에 비해 다랑어 내장을 미끼로 사용하였을 때의 선호도가 약 1/3 정도로 감소하였던 것을 고려하면, 청색 형광 미끼통을 사용하고, 유인활성물질인 글리신(glycine)을 첨가함으로써 유인효과가 강화되었던 것으로 생각된다. 따라서, 다랑어의 처리 공정에서 버려지는 내장을 대체미끼의 소재로 사용하여 유인 성분을 좀 더 보완하면, 유인효과가 우수하고 저렴한 미끼를 개발할 수 있을 것으로 생각된다. 한편, 수조실험의 결과를 토대로 대체미끼에 대한 어획효과를 확인하기 위한 시험조업 결과, 천연미끼인 M을 미끼로 사용한 통발에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 702.0마리와 38.4kg이었으며, 그 중에서 꽃게는 각각 225.5마리(32.1%)와 21.0kg(54.7%)를 차지하였다. 대체미끼인 T₁GSG_L을 미끼로 사용한 통발에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 602.0마리와 31.3kg이었으며, 그 중에서 꽃게는 각각 120.0마리(19.9%)와 11.3kg(36.1%)를 차지하여 혼획율이 매우 높았다. 대체미끼인 T₁GSG_L의 꽃게 어획미수와 어획중량은 각각 M의 53.2%와 53.8%를 차지하였으며, 천연미끼인 M에 비해 깨다시꽃게와 민꽃게의 어획이 다소 많은 것으로 나타났다. 따라서, 대체미끼인 T₁GSG_L의 어획효과는 천연미끼인 M에 비해 약 50%에 불과하므로, T₁GSG_L의 어획효과를 높이기 위한 방안이 필요할 것으로 생각된다. 대체미끼인 T₁GSG_L의 유인효과를 강화한 대체미끼인 다랑어 내장+분쇄 고등어+글루텐+대두박+글리신+알라닌(T₁M₀GSG_LA)을 대상으로 3에 걸친 시험조업 결과, 천연미끼인 M을 미끼로

사용한 통발에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 1,249.9마리와 55.34kg이었으며, 그 중에서 꽃게는 각각 282.0마리(22.6%)와 27.8kg(50.3%)를 차지하였다. 대체미끼인 T₁M₆GSG_LA을 미끼로 사용한 통발에 의한 전체 평균 어획미수와 어획중량은 898.0마리와 48.1kg이었으며, 그 중에서 꽃게는 각각 225.7마리(25.1%)와 20.9kg(43.5%)를 차지하였다. 대체미끼인 T₁M₆GSG_L의 꽃게 어획미수와 어획중량은 각각 M의 80.0%와 75.2%를 차지하였으며, 민꽃게의 어획이 M에 비해 다소 많은 것으로 나타났다. 따라서, 대체미끼인 T₁M₆GSG_LA의 어획효과는 M에 비해 약 80% 정도로써 다소 미흡하지만, T₁GSG_L에 비해 유인효과가 향상된 것을 확인할 수 있었다. 또한, 천연미끼인 M에 비해 T₁M₆GSG_LA의 어획이 다소 떨어지는 것에 대한 단점은 대체미끼인 T₁M₆GSG_LA의 생산단가가 천연미끼인 M에 비해 60% 정도인 것을 고려하면, 어획량의 부족분을 상당 부분 상쇄할 수 있을 것으로 생각된다.

미끼의 생분해도 및 해양오염 기여도 조사를 위하여 미끼의 형태에 따른 생분해도 평가, 미끼의 해양오염 기여도를 조사하였다. 꽃게 통발어업에 있어서 미끼로 가장 널리 이용되는 고등어를 대상으로 한 미끼 제조방법에 따른 생분해도는 미끼의 토막을 많이 낼수록 유기물질 및 영양염류의 발생속도 및 누적 발생량이 높아지는 것으로 나타나 수질오염 측면에서는 불리한 것으로 판단되었다.

고등어 대신 다랑어 내장을 미끼로 사용하였을 경우의 오염물질 발생 정도는 고등어의 경우와 유사하였으며, 운전기간인 111일간 발생된 다랑어 내장 미끼의 누적 부하량은 67.3mgCOD/g-d, 86.4mgT-N/g-d, 3.1mgT-P/g-d로 나타나 고등어 미끼의 65.7~94.4mgCOD/g-d, 83.8~109.4mgT-N/g-d, 3.1~5.2mgT-P/g-d의 중간값 정도에 해당하였다. 즉, 다랑어 내장에서 배출되는 오염물질의 양은 고등어를 8조각내었을 때 보다는 적었으나, 고등어를 그대로 미끼로 사용하였을 때 보다는 많았다. 따라서, 미끼의 종류보다는 미끼의 제조나 처리방법이 더 중요한 인자인 것으로 나타났다.

미끼의 해양오염 기여도 조사에서 시험조업 해역의 표층수와 저층수 및 대조 지역에 대한 수질 측정치는 통발 근처에서 채취한 시료와 대조 해역에서 채

취한 시료의 SS, COD, T-N, T-P, DO, pH는 모두 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 표층수와 저층수 각각에 대하여 COD, T-N, T-P 농도를 비교한 결과, 표층수에 대하여 통발이 설치된 지점 2군데와 통발에서 1km 정도 떨어진 대조 해역에서의 수질 자료를 해역 수질기준과 비교할 때 COD, T-N, T-P 모두 2등급 정도의 수질을 나타내었다. 조업지역에서 채취한 표층수 1 및 2 자료가 대조 지역의 자료와 별 차이가 없는 것으로 나타났으며, 저층수 농도도 조업 해역과 대조 해역 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서, 인공미끼의 생분해 실험에서 인공미끼의 원재료의 종류에 상관없이 초기 이틀 내에 대부분이 분해되고, 5일 후부터 안정화된다는 결과(Jeong et al., 2008)에 기초할 때, 인공미끼가 해역의 수질에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 생각할 수 있다.

제4장 연구개발 목표 달성도 및 기여도

제1절 연구개발 목표의 달성도

1. 연차별 목표 및 내용

연구개발의 연차별 목표 및 내용은 다음과 같다.

구 분	목 표	연 구 내 용
1차년도	○유인활성물질의 성분 분석 및 유인활성 성분의 성형 가공	<ul style="list-style-type: none"> - 천연미끼의 유인 특성 비교 조사 - 유인 활성 획분·분획 - 유인 획분의 이화학적 특성 조사 - 성형물질의 소재 특성 조사 - 성형 형태 및 유인물질의 흡착확산조사 - 천연미끼의 유인성능 수조실험 평가 - 유인활성 성분별 유인성능 수조실험 평가 - 천연미끼의 유인성능 현장 평가
2차년도	○대체 소재로부터 유인물질 선정 및 성형·가공법 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 농수축산 부산물을 이용한 대체미끼 선정 - 대체 소재의 유인 활성 획분 분획 - 대체 소재의 유인 획분의 이화학적 특성 조사 - 대체 소재의 성형 형태에 따른 구조 선정 - 인공미끼의 성형 형태별 성형방법 선정 - 현장조사를 통한 종류별 및 대체 소재별 인공미끼의 유인성능 평가 - 현장조사를 통한 성형 형태별 인공미끼의 유인성능 평가 - 천연미끼와 인공미끼의 생분해도 비교 실험
3차년도	○고성능 인공미끼의 개발 및 대량생산법 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 인공미끼의 대량 생산을 위한 부원료 및 배합비 설정 - 저장 방법에 따른 성분 변화 조사 - 인공미끼 성형품의 효과 평가 - 고성능 인공미끼의 대량생산법 개발 - 천연미끼와 가공형태별 인공미끼의 유인 성능 비교 평가 - 현장실험에 의한 천연미끼와 인공미끼의 해양오염 기여도 조사

2. 연차별 목표의 달성도

연차별 연구 내용에 대한 평가착안점과 목표의 달성도는 다음과 같다.

구 분	평가착안점에 따른 달성도	
	착 안 사 항	달성도/계획
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○유인활성이 우수한 천연미끼 선정 및 분획 ○천연 유인물질의 특성 조사 ○성형물질의 소재 특성 조사 ○수조실험에 의한 유인활성 성분별 유인성능 평가 ○천연미끼의 유인성능 현장 조사 	<p>30/30</p> <p>20/20</p> <p>25/25</p> <p>15/15</p> <p>10/10</p>
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○유인활성이 우수한 대체 소재 선정의 적정성 ○부원료 첨가물의 유인특성 조사의 적정성 ○인공미끼 성형품의 구조 분석 및 선정의 적정성 ○인공미끼의 유인성능 평가의 적정성 ○천연미끼와 인공미끼의 수질오염 기여도 평가의 적정성 	<p>25/25</p> <p>20/20</p> <p>20/20</p> <p>25/25</p> <p>10/10</p>
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> ○인공미끼 개발을 위한 배합비 설정의 적정성 ○인공미끼의 저장안정성 검토의 적정성 ○고성능 인공미끼의 대량생산법 개발의 적정성 ○천연미끼와 인공미끼의 유인성능 평가방법의 적정성 ○현장조사에 의한 천연미끼와 인공미끼의 수질 오염 기여도 평가의 적정성 	<p>30/30</p> <p>15/15</p> <p>25/25</p> <p>20/20</p> <p>10/10</p>

제2절 관련분야에의 기여도

1. 기술적 측면

꽃게 통발용 인공미끼 개발의 결과에 대한 기술적 측면에서의 기여도는 다음과 같이 고려해 볼 수 있다.

(1) 꽃게 통발용 미끼의 유인활성물질의 분획을 통해 유용한 유인활성물질을 규명함으로써 꽃게 통발용 인공미끼 개발의 지표를 제공하였으며, 성형 및 가공방법을 개선 또는 향상시키는 계기를 제공하게 될 것으로 기대된다.

(2) 꽃게 통발어업에 있어서 유인활성물질에 의한 화학적 자극 뿐만 아니라 먹이생물 또는 미끼로부터 발생하는 형광에 의한 시각적 자극이 어획에 영향을 미치는 것에 기초하여 형광 미끼통을 사용하여 어획이 향상되는 것을 확인함으로써, 화학적 자극 뿐만 아니라 시각적 자극의 역할의 중요성에 대한 연구가 활발해 질 것으로 기대된다.

(3) 수산 부산물을 이용한 대체 인공미끼의 개발은 폐기물 처리로 인해 사회적 문제가 되고 있는 수산 부산물을 대체미끼로 사용함으로써 자원의 재활용을 통해 부가가치를 높이고, 보다 저렴한 인공미끼의 개발이 가속화시키는 계기를 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 경제·산업적 측면

꽃게 통발용 인공미끼 개발의 결과에 대한 경제·산업적 측면에서의 기여도는 다음과 같이 고려해 볼 수 있다.

(1) 현재 조업 중인 전체 꽃게 통발어선에서 미끼용 고등어 구입비로 사용하는 비용은 대략 700억원에 달하는 것으로 추정되는데, 효율적인 인공미끼의 개발은 100억원대의 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 전망된다.

(2) 꽃게의 어획효과를 향상시키는 것으로 확인된 형광 미끼통을 꽃게 통발어업에 도입함으로써 꽃게의 어획량을 늘일 수 있고, 형광 미끼통의 대량생산체제로 전환하면 생산단가를 더욱 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

(3) 수산 폐기물을 이용한 인공미끼의 사용으로 폐기물 처리에 사용되는 비용을 절감하고, 친환경적인 방법으로 인공미끼를 개발하게 되므로써 연안 수질 오염을 저감시킬 수 있는 계기를 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

제5장 연구개발 결과의 활용계획

1. 꽃게 통발용 인공미끼 개발의 연구 결과는 추후 특허출원하여 연구 참여 기업에 인공미끼 제조 기술을 이전하여 상품화에 힘쓰고, 인공미끼 제조업체의 기술 보급과 확산을 도모한다.
2. 대량 생산으로 인공미끼의 생산단가를 낮추어 저렴한 인공미끼의 공급이 가능하게 하여 미끼 구입비의 절감 효과를 가져오도록 기술 지도를 한다.
3. 수산 부산물 등의 대체 소재에 유인활성물질을 강화하여 보다 저렴하고 강력한 유인효과를 가진 인공미끼의 개발에 힘쓰고, 산업 폐기물로 버려져서 환경 오염원으로 작용하게 되는 수산 부산물을 인공미끼용 대체 소재로 이용할 수 있는 방법을 제공한다.
4. 연구 결과를 정리하여 학술지에 보고하고, 강연회 등을 통하여 천연미끼와 인공미끼의 어획성능 비교 및 장단점을 적극 어민에게 홍보한다.

제6장 참고문헌

- An, Y.I. and T. Arimoto(2007): Development and artificial bait for octopus drift line. Jour. Kor. Soc. Fish. Tech., 43(4), 291-300.
- An, Y.I., J.Y. Park and J.N. Lee(2006): Improvement of bait for octopus drift-line in the coastal waters of Gangwon province. Abstracts of the 2006 Joint Meeting of the Korean Societies on Fisheries Science. pp. 29-30.
- AOAC(1990) : Official methods of analysis, 15th ed.. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C..
- APHA, AWWA and WPCF(2005): Standard Methods for The Examination of Water & Wastewater, 21st Ed., American Public Health Association, Washington, D. C..
- Blight, E. G., Dyer, W.J.(1959): A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37(8), 911.
- Carr, W.E.S. and C.D. Derby(1986): Chemically stimulated feeding behavior in marine animals. J. Chem. Ecol., 12: 989-1011.
- Carr, W.E.S. and H.W. Thompson(1983): Adenosine 5-monophosphate, an internal regulatory agent, is a potent chemoattractant for a marine shrimp. J. Comp. Physiol., 153, 47-53.
- Chang, H.Y.(2003): Analysis on the present business states of coastal and off-shore fisheries by type of fishery. Jour. Fish. Mar. Sci. Edu., 15(2), 166-175.
- Chang, H.Y., B.G. Cho, K.S. Ko and M.S. Han(2003): Study on the improvement of gill nets fishing for the resource management at the coastal area of Yellow Sea-on the entrapping behavior of fishes into trap nets in the water tank experiment, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 39(1), 56-62.
- Chang, H.Y., J.G. Koo, K.W. Lee, B.K. Cho and B.G. Jeong(2006): Attraction efficiency of bait used in trap nets for blue crab. Proceedings of the 2006

- Autumn Meeting of the Korean Society of Fisheries Technology, pp. 7-10.
- Chang, H.Y., J.G. Koo, K.W. Lee and B.K. Cho(2007): Attracting effect of baits used in trap for swimming crab. *Jour. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 43(4), 301-309.
- Colt, J.E. and D.A. Amstrong(1981): Nitrogen toxicity to fish, crustaceans and mollusks. In *Proceedings of the Bio-engineering Symposium for Fish Culture*, eds. L. J. Allen and E. C. Kinney. American Fisheries Society, Fish Culture Section, Bethesda, 39-42.
- Colt, J.E. and V. Tchobanoglous(1978): Chronic exposure of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, to ammonia : Effects on growth and survival. *Aquaculture*, 15, 353-372.
- Hara, J.J. (1982): *Chemoreception in Fishes*(ed. by J.J. Hara). Elsevier Sci. Pub. Co., Amsterdam. pp. 433.
- Harada, K. (1986): Feeding attraction activities of nucleic acid related compounds for abalone, oriental weather fish and yellowtail. *Bull. Japanese Soc. Sci. Fish.*, 52(11), 1961-1968.
- Jeong, B.G., H.Y. Chang and J.G. Koo(2008): Evaluation of biodegradability according to bait type for crab pots. *Jour. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 44(1), 20-30.
- Johnstone, A.D.F. and A.M. Mackie(1990): Laboratory investigations of bait acceptance by the cod, *Gadus morthua* L.: investigations of feeding stimulants. *Fish. Res.*, 9, 219-230.
- Kim, D.A. and K.S. Ko(1987a): Fishing mechanism of pots and their modification, 1. Behavior of conger eel, *Astroconger myriaster*, to the bamboo and plastic pots. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 20(4), 341-347.
- Kim, D.A. and K.S. Ko(1987b): Fishing mechanism of pots and their modification, 2. Behavior of crab, *Charybdis japonica*, to net pots. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 20(4), 348-354.

- Kim, D.A. and K.S. Ko(1990a): Fishing mechanism of pots and their modification, 3. Behavior of conger eel, *Astroconger myriaster*, to net pots. Bull. Korean Fish. Soc., 23(3), 238-244.
- Kim, D.A. and K.S. Ko(1990b) : Fishing mechanism of pots and their modification, 4. An experiment for modifying the pot for crab, *Charybdis japonica*. Bull. Korean Fish. Soc., 23(4), 310-314.
- Kim, D.A. and K.S. Ko(1990c): Fishing mechanism of pots and their modification, 5. An experiment for modifying the pot for conger eel, *Astroconger myriaster*, to net pots. Bull. Korean Fish. Soc., 23(4), 315-322.
- Kim, H.S. and B.G. Lee(1990): Response of sea eel to the extracts of mackerel, shad and krill, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 26(2), 125-132.
- Ko, K.S. and B.G. Kwon(1987): Improvement of sea eel pots, Bull. Korean Fish. Soc., 20(2), 95-105.
- Ko, K.S. and D.A. Kim(1984): The behaviour of fishes to the traps and their catch ability, Bull. Korean Fish. Soc., 17(1), 15-23.
- Lee, E.H., J.G. Koo, C.B. Ahn, and K.S. Oh(1984): A rapid method for determination of ATP and its related compounds in dried fish and shell-fish products using HPLC. Bull. Korean Fish Soc., 17(5), 368.
- Mazel, C.H., T.W. Cronin, R.L. Caldwell and N.J. Marshall(2003): Fluorescent enhancement of signaling in a mantis shrimp, Science Express (online). 2003.11.13: ENS. 2003.11.14.
- Miyazaki, C., S. Yazima, T. Koyama and S. Mitsugi(1967): Fishing efficiency of feed stuff containing chemical stimulant. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., No. 49, 99-103.
- Momaf(2005): Korean standard method of sea water analysis.
- Seo, Y.T., K.H. Kim and J.H. Lee(1977): Comparision of fishing efficiency of eel traps, Bull. Korean Fish. Soc., 13(2), 15-20.
- Takaoka. O., K. Takii, M. Nakamura, H. Kumai and M. Takeda(1990):

- Identification of feeding stimulants for marbled rockfish. Bull. Japanese. Soc. Sci. Fish., 56(2), 345-351.
- Takeda, M., K. Takii and K. Matsui(1984): Identification of feeding stimulants for juvenile eel. Bull. Japanese. Soc. Sci. Fish., 50: 645-651.
- Umezu, T.(1966): Behavioral response of fishes to chemical stimuli. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish., 32(3), 352-376.
- Westin, D.T.(1974): Nitrate and nitrite toxicity to salmonid fishes, Progressive Fish Culturist, 36(2), 86.
- Wikipedia, The Free Encyclopedia(2006): http://en.wikipedia.org/wiki/Mantis_shrimp.
- Youm, M.G., S.J. Kang, Y.J. Choi, B.D. Choi and C.W. Cho(1990a): Studies on the applying attractants-I. Identification of natural baits for sea eels, *Astroconger myriaster*, in their natural habitats. Bull. Korean Fish. Tech. Soc. 26(4), 117-125.
- Youm, M.G., Y.J. Choi, S.J. Kang, B.D. Choi and C.W. Cho(1990b): Attraction activities of fish to the baits-II. Identification of chemical attractants for sea eels, *Astroconger myriaster*, in their natural habitats. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 26(4), 126-132.
- Zimmer-Faust, Richard K.(1989): The relationship between chemoreception and foraging behavior in crustaceans. Limnol. Oceanogr., 34(7), 1367-1374.
- 日本水産學會編(1981): 魚類の化學感覺と攝取促進物質. 水産學シリーズ 37, 恒星社厚生閣.
- 日本藥學會編(1980): 衛生試驗法註解, 金原出版株式會社, 東京.
- 日本厚生省編(1960): 食品衛生檢查指針, 1 揮發性鹽基窒素, 32.

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 해양과학기술연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 해양과학기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용을 대외적으로 발표 또는 공개할 수 없습니다.

본 보고서와 관련하여 문의를 원하시는 분은 아래의 문의처로 연락 주시기 바랍니다.

■ 문의처 : 한국해양수산기술진흥원 TEL 02)3460-4000

군 산 대 학 교 TEL 063)469-1819