

어류 유인활성물질의 응용에 관한 연구 — II* 현장실험을 통한 붕장어 유인활성물질의 검색

염말구 · 최영준 · 강석중 · 최병대 · 조창환

통영수산전문대학
(1990년 11월 10일 접수)

Attraction Activities of Fish to the Baits-II* Identification of Chemical Attractants for Sea Eels, *Astroconger myriaster*, in Their Natural Habitats

Mal-Gu YOUM, Yeong-Joon CHOI, Seok-Joong KANG,
Byeong-Dae CHOI, Chang-Whan CHO

National Tongyeong Fisheries Junior College

(Received November 10, 1990)

The chemical attractants for sea eels, *Astroconger myriaster*, were identified by using fish traps in their natural habitat around Namhae Island, southern part of Korea.

The ethyl alcohol extracts of anchovy, *Engraulis japonica*, which was a very good bait for sea eels showed higher attraction activities than residuals of it.

Because sea eels showed high attraction activities to the free amino acid or nucleotides of synthetic anchovy extract, the succeeding experiment was conducted to identify the major chemical attractants among 9 free amino acid and 2 nucleotides by omission test.

L-Glutamic acid, L-glycine, taurine, L-methionine or IMP showed highest attraction activities among 11 chemical compounds.

But sea eels showed significantly weaker attraction activities to the synthetic extracts and single component than to the natural extract.

서 론

저자들은 前報(廉 등, 1990)에서 붕장어에 대한 생미끼의 유인활성을 비교 실험한 결과 생멸치, 냉동정어리 및 참깨지렁이가 강한 유인활성을 보였으며, 3 시료들 사이에 뚜렷한 차이를 인정하기 어려웠으나 생멸치가 가장 유인활성이 강한 경향을 나타내었고, 또한 멸치와 정어리의 자숙액에서 비교적 강한 유인활성을 나타내었다고 보고한 바 있다. 이와같은 결과로부터 생멸치가 붕장어를 가장 강하게 유인한다는

사실에 착안해서 이들 구성성분중에 존재할 것으로 생각되는 유인활성물질을 검색할 목적으로 연속실험을 행하였으므로 그 결과를 정리하여 보고한다.

재료 및 방법

1. 시료의 전처리

실험에 사용한 생멸치(*Engraulis japonica*)는 어시장에서 선어를 구입하였으며 시료처리시 전 어체를

* 이 논문은 1989년도 문교부 학술 연구 조성비에 의하여 연구되었음.

그대로 마쇄하여 사용하였다.

시료는 Fig. 1에 나타낸 바와같이 마쇄 시료육에 에탄올을 가하여 엑스분을 추출한 후 원심분리 (5,000×g, 20분)하였다. 원심분리하여 얻어진 상층액을 Toyo No. 5 여과지로 여과하여 지방을 제거한 후 회진진공 증발기(Yamato RE-51)로 감압 농축하여 증류수로 25ml가 되게 정용한 것을 각종 엑스분의 분석용 시료로 사용하였다.

2. 구성 성분의 분석

일반성분중 수분은 상압가열 건조법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 건식회화법 그리고 조단백질과 추출물의 전질소화합물의 양은 semi-micro Kjeldahl법으로 측정하였다.

아미노산 조성을 분석하기 위하여 추출물을 10ml 씩 원심관에 취하고 여기에 5'-sulfosalicylic acid 500 mg을 첨가하여 냉소에서 1시간 방치하였다. 이를 원심분리(12,000×g, 20분)한 후 상층액은 0.20 μm membrane filter 로 여과하여 아미노산 자동분석기(Pharmacia-LKB, 4150 Alpha plus)로 분석하였다.

APT분해산물의 정량은李등(1984)의 방법에 따라 에탄올로 추출하여 증류수로 정용한 시료 용액을 perchloroacetic acid로 제단백 처리한 다음 0.20 μm membrane filter로 여과하여 고속액체크로마토

그래피(HPLC)로 분석하였다.

Glycine betaine은 Konosu와 Kasai(1961)의 방법에 따라 525 nm에서 비색정량하였으며 trimethylamine oxide(TMAO) 및 trimethylamine(TMA)의 정량은 AOAC법(1984)로 410nm에서 비색정량하였다. 그리고 총 creatine은 佐藤와 福山(1958)의 방법에 따라 520 nm에서 비색정량하였다.

인공합성 추출물의 제조 및 아미노산 또는 핵산관련물질의 시료제조는 표준물질(Sigma 사제)을 사용하였다.

3. 실험방법

현장실험은 前報(廉등, 1990)의 C어장인 남해도 미조항 부근해역에서 11월에 300 여개의 스프링식 그물통발(전보의 B어구)로 각 실험에 대하여 2회씩의 실험을 하였다.

전보의 생미끼에 대한 실험에서는 시료의 증량을 50g을 원칙으로 하였으나 본 실험에서는 수중에서의 확산농도등을 고려하여 100g에 대한 함량을 원칙으로 하였다.

화학물질의 확산을 지속적으로 유지하기 위해서 수용상태의 시료를 탈지면에 흡착시켜 사용하는 것이 α 전분에 흡착시키는 것 보다 효과적이었으므로 탈지면에 흡착시켜 전보에서와 같이 스타킹조각에 싸 통발에 넣었다.

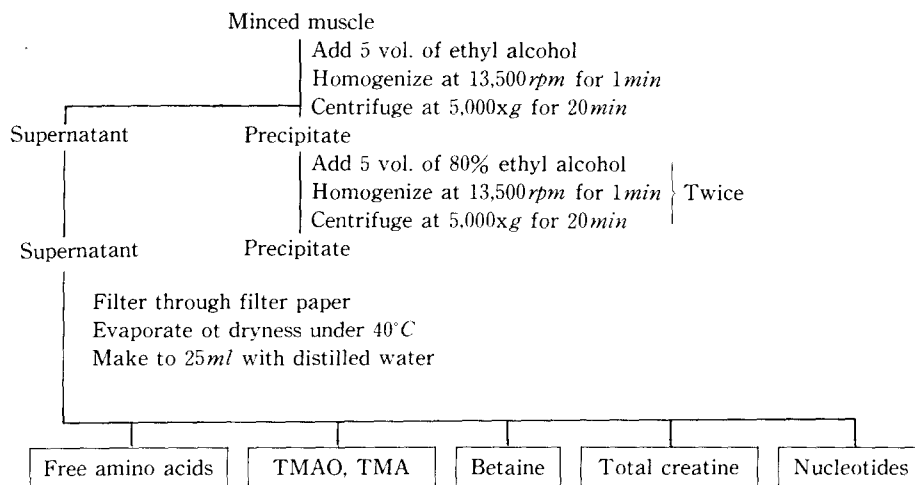


Fig.1. Diagram of the preparation for chemical constituents from the whole bodies of anchovy.

실험 방법은 실험 당일 17:00~19:00시에 각각 서로 다른 종류의 시료를 한조로 하여 무작위로 통발에 넣어 통발을 설치하였으며, 한번 실험에서 각시료당 10개씩의 통발이 되도록 10조를 배치하였다. 통발의 회수는 익일 01:00~04:00시에 하여 각 통발당 마리수를 계수하고 각 시료마다 단위 통발당 어획마리수(CPUE)를 계산하여 유인활성의 지표로 사용하였다. 대조군으로는 탈지면을 스타킹 조각에 싼 것을 사용하였다.

실험은 먼저 생시료의 수용성 성분과 잔사에 대한 어획비교 실험을 실시한 후, 멸치의 구성성분을 근거로하여 표준물질들을 조제하고 그에 대한 어획비교 실험을 실시하였다. 이들 실험의 결과를 바탕으로 9종의 아미노산과 2종의 핵산관련물질에 대하여 표준물질을 사용하여 omission test(高岡 등, 1990; 橋本, 1968)의 방법으로 유인활성물질을 검색하였다.

결과 및 고찰

1. 생멸치의 일반성분

생멸치의 일반성분은 Table 1에서와 같이 수분 71.9%, 단백질 16.6%, 조지방 6.4%였다. 본 실험의 결과를 이 등(1987)이 보고한 생멸치의 일반성분

Table 1. Proximate composition of the whole body anchovy

(unit ; %)			
Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
71.9	16.6	6.4	2.4

과 비교해 보면 수분과 단백질이 다소 적은 반면, 조지방의 함량이 비교적 많은 것으로 나타났다.

2. 비단백태 질소화합물

생멸치의 유리아미노산과 그 관련 화합물의 조성은 Table 2에, 비단백태 질소화합물의 종류별 함량과 핵산관련물질의 함량은 Table 3에 각각 나타내었다.

멸치 에탄올 추출물 유리아미노산은 비교적 고른 분포를 보여주고 있었으며, 그 중에서도 L-트레오닌, L-글루타민산, L-프롤린, L-알라닌, L-발린 및 L-히스티딘이 특히 많아서 총유리아미노산의 48%에 해당하였다. 본 실험의 결과는 Arakaki와 Suyama(1966)가 멸치의 보통육과 혈합육의 유리아미노산 중에서는 히스티딘의 함량이 절대 우위를 점하고 있으나, 내장의 경우는 비교적 고른 아미노산 분포를 나타낸다고 보고한 것과 비슷한 경향이였다. 한편 멸치 추출물의 총질소 함량은 565.5 N-mg/100g-whole body로서 Sakaguchi등(1964)이 보고한 방어육과 비슷한 수준이었으며, Arakaki와 Suyama(1966)

Table 2. Amino acid composition in the ethyl alcohol extracts of anchovy (Unit ; A.A. -mg/100g)

Amino acid		Amino acid	
Taurine	61.4	Cystshionine	1.2
Phosphoethanolamine	0.5	Ile	56.0
Asp	5.2	Leu	54.8
Hydroxyproline	22.8	Tyr	7.0
Thr	71.2	β -Ala	-
Ser	32.5	Phe	60.3
Asn	-	α -A, B, A.	24.0
Glu	91.3	Ethanolamine	7.4
α -A, A, A.	-	DL-Allohydroxylysine	-
Pro	74.6	Ornithine	6.7
Gly	34.8	Lys	36.7
Ala	79.9	Hys	75.3
α -A, B, A.	-	3-Methylhistidine	2.6
Val	79.0	Anserine	3.1
Cys	6.8	Carnosine	-
Met	55.1	Arg	16.3
Total		966.5	

Table 3. Nitrogenous constituents in the ethyl alcohol extract of anchovy (Unit ; mg/100 g-whole body)

Extractive nitrogen		Nucleotides and related compounds	
Total extract (N-mg/100g-whole body)	565.0	Hypoxanthine	8.22
Free amino acid	966.5	Inosine	11.49
Urea	-	IMP	3.94
Glycine betaine	7.4	AMP	2.74
TMAO	44.8	ADP	0.30
TMA	8.8	ATP	-
Total creatine	481.1		

TMA ; Trimethylamine, TMAO ; Trimethylamine oxide

가 보고한 멸치의 보통육과 혈합육에 비하여는 많은 편이었다. 이는 본 실험의 엑스분 추출시에 다량의 비단백태 질소화합물을 함유하고 있는 내장을 포함시켰기 때문으로 생각된다.

4가 염기화합물인 glycine betaine과 TMAO 및 TMA의 함량은 각각 7.4mg, 44.8mg 및 8.8 mg/100g-whole body로서 Arakaki와 Suyama (1966)가 보고한 TAMO값에 비하여 대단히 낮은 값에 해당하였다. 또한 guanidine화합물인 총 creatine의 함량은 481.1mg/100g-whole body로서 Sakaguchi 등(1964)이 보고한 방어, 고등어 및 전갱이육에 비하여 다소 높은 함량을 나타내고 있었다.

핵산관련물질 중에서는 inosine의 함량이 가장 많아서 전체의 43.0%에 해당하는 3.08 mg/100g-whole body였으며, IMP, Hypoxanthine, AMP, ADP의 순으로 그 함량이 많았다. 어류의 핵산관련물질과 관련하여 坂口와 清水(1965)는 고등어육의 핵산관련물질의 함량은 계절에 따라 다소 차이를 보이나 IMP의 양이 월등히 많다고 보고하였으며, Konosu 등 (1974)은 8종 어류의 핵산관련물질중에서 IMP의 함량이 다른 핵산관련물질에 비하여 비교적 높은 값을 나타낸다고 보고하였다. 이상의 보고들에 비추어 본 실험의 결과는 핵산관련물질의 양에 있어서 다소 차이를 나타내고 있었으나 함량의 순위에 있어서는 거의 일치하는 경향을 나타내고 있음을 확인하였다.

3. 수용성 잔사에 대한 유인활성

생미끼에 대한 유인활성 실험에서 유인성이 강한 생멸치와 냉동 정어리를 수용성 성분과 잔사로 분획하여 현장실험을 행한 결과는 Table 4와 같다.

생미끼에서 단위 통발당 어획 마리수(CPUE)는 본

Table 4. Attraction activities of sea eels to the various baits condition

Baits	Condition	No. of tap	Catches	CPUE*
Anchovy	Frozen	18	10	0.56
	Extract	18	9	0.50
	Residuals	20	1	0.05
Sardine	Frozen	20	12	0.60
	Extract	18	4	0.22
	Residuals	20	2	0.10
Dummy		19	0	0

실험에서는 정어리가 멸치보다 조금 높게 나타났다. 그러나 전보의 실험 결과를 종합하여 보면 정어리와 멸치는 실험 방법에 따른 현저한 차이를 인정하기 어려웠고 전반적으로 멸치의 어획효과가 정어리보다 높은 수치를 나타냈다. 따라서 다음 단계의 실험에서는 멸치성분 분석 결과를 시료조제의 기본으로 하였다.

수용액과 잔사의 비교에서 수용액 성분이 잔사보다 뚜렷한 유의차를 인정할 수 있을 정도로 유인활성이 강하였다. 이러한 결과는 竹井(1977)이 계에 대하여 어류의 추출액과 잔사 유인성을 비교검토한 실험에서 추출액에서는 유인성이 강하게 나타났으나 잔사에서는 유인성이 없다는 점과 일치한다. 또한 추출액이 다른 어류에서도 강한 유인성을 나타낸다는 것을 荻野(1985) 등이 지적하고 있는 점 등을 고려한다면 봉장어에서도 유인활성물질의 대부분은 천연미끼의 잔사보다는 수용성 추출액에 있다고 생각된다.

4. 인공합성품에 대한 유인활성

생멸치의 수용성 성분과 잔사의 유인활성을 비교한 실험에서 수용성 성분의 유인활성이 강하게 나타났으므로 생멸치 100g 상당량의 수용성 구성성분 분석결

Table 5. Composition of synthetic extract

(Unit ; mg/100ml)

Amino acid		Nucleotides	
L-LYS · HCl	45.9	Hx	1.1
L-His, HCl, H ₂ O	74.6	Inosine	3.1
L-Arg, HCl	16.5	IMP, Na ₂ , 7H ₂ O	1.4
L-Glu	89.7	AMP, Na ₂ , 6H ₂ O	0.9
L-Asp	5.2		
L-Ala	80.0	Other Bases	
L-Gly	34.8	TMA, H ₂ O	11.5
L-Val	79.0	Betaine, H ₂ O	8.5
L-Leu	14.8	Creatine, H ₂ O	546.8
L-Ile	56.0		
L-Ser	32.5		
L-Thr	71.2		
L-Met	55.1		
DL-Phe	60.3		
L-Tyr	7.0		
L-Pro	74.6		
Taurine	61.4	<i>pH</i>	6.5

The concentration of each constituent corresponds to that in extract of 100g of the anchovy.

과인 Table 2를 근거로 표준품을 사용하여 Table 5와 같이 일부 표준시약으로 멸치 수용액의 인공합성품을 조제하여 앞서와 같은 방법으로 실험을 행한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6에서 추출액의 인공합성품(total)의 경우 CPUE가 0.28로 Table 4에서 추출액의 0.5에 비하여 상당히 낮았는데 이러한 결과는 梅津(1966)이 언급한 바와 같이 유인활성이 있는 천연물을 분획하여 특정의 화학물질을 찾을 경우 개개의 물질이 처음의 천연물 보다 유인활성이 대부분 감소하며 그 이유는 물질의 복합 또는 상승효과가 큰 영향을 미칠 수 있는 가능성과 화학적인 분획방법에 있다고 한 지적으로 설명될 수가 있을 것으로 생각된다.

인공합성물질 5종의 구성 성분중 유리아미노산의

Table 6. Attraction activities of sea eels to the synthetic extracts of anchovy

Component	No. of trap	Catches	CPUE
Total	18	6	0.28
Amino acid	20	5	0.25
Nucleotides	18	3	0.17
TMA	20	3	0.15
Creatine	19	2	0.11
Betaine	18	0	0
Dummy	20	0	0

합성품이 어획율 0.25로 비교적 높은 어획활성을 나타내었다. 그러나 핵산관련물질과 TMA 사이에는 뚜렷한 차이를 인정하기 어렵지만, 아미노산과 핵산물질이 어류에 대하여 강한 유인활성을 나타낸다고 한 보고가 많았으므로 (高岡, 1990; 瀧井, 1987; Harada, 1986; Harada et al., 1987) 본 실험에서는 TMA보다는 핵산관련물질의 유인활성이 더 강할 것으로 판단하였다.

5. 아미노산과 핵산관련물질중의 유인활성 검색

멸치의 유리아미노산 및 핵산관련물질 구성성분 중에서 다른 어종에서도 유인활성이 있다고 지적되고 있는 성분을 참고하여 9종의 아미노산 표준품과 2종의 핵산관련물질의 표준품으로 생멸치 100g 수용성 구성성분 분석 결과인 Table 2와 3의 근거하에 omission test를 실시한 결과와 각 표준품의 양은 Table 7과 같다.

이들 실험은 각 시료당 10개씩의 통발을 배당하였으며 이 실험을 2회 반복하였으나 조업시 다른 조업선의 통발 또는 수중 장애물 등으로 통발이 탈락 혹은 파손 되었으므로 통발수가 일정하지는 않다.

Table 7에 나타낸 omission test 결과의 해석은 총합(TA)에서 특정 성분을 제외시킨 시료에 봉장어

Table 7. Composition of synthetic extracts for omission test and its attraction activities

Component	mg/ 100ml	No. of trap	Catches	CPUE
Amino acid				
Total amino acid	453.1	16	3	0.19
TA-Taurine	391.7	18	0	0
TA-L-Glu	363.4	19	0	0
TA-L-Gly	418.3	17	1	0.06
TA-L-Met	398.0	18	0	0
TA-L-Leu	438.3	18	0	0
TA-DL-Phe	392.8	17	3	0.18
TA-L-His.Hcl.H ₂ O	378.5	19	1	0.05
TA-L-Arg. Hcl	436.6	18	0	0
TA-L-Lys, Hcl	407.2	17	2	0.12
Taurine	61.4	18	3	0.17
L-Glu	89.7	18	3	0.17
L-Gly	34.8	18	3	0.17
L-Met	55.1	17	2	0.12
L-Leu	14.8	18	1	0.06
DL-Phe	60.3	17	0	0
L-His, Hcl, H ₂ O	74.6	17	1	0.06
L-Arg, Hcl	16.5	18	0	0
L-Lys, Hcl	45.9	16	0	0
Nucleotides				
Total nucleotides	2.5	17	2	0.12
Hx	1.1	18	0	0
IMP	1.4	17	2	0.12
Dummy		14	0	0

어획이 있고 그 성분의 단독 물질에서 어획이 없을 경우에는 그 물질을 기피활성물질로 판정하였고, 단독 물질에서 어획을 보일경우 그 물질은 유인활성물질로 판정하였으며, 단독물질에서 어획이 있고 총합에서 그 물질을 제외한 시료에 어획이 없을 경우에는 다른 물질보다 유인활성이 강한 물질로 판정하였다.

이러한 관점에서 보면 아미노산의 종류중 단독물질에서의 어획이 다른 물질에서 보다 비교적 좋은 것은 타우린, L-글루타민, L-글리신 및 L-메티오닌으로 그 CPUE가 총합(TA)의 0.19에 유사한 0.12-0.17이었으므로 이들물질을 유인활성이 있는 물질로 판정하였다. 또 L-라이신이나 DL-페닐알라닌은 단독 물질에서는 어획이 없고 총합(TA)에서 이 물질들을 제외한 경우에는 0.18과 0.12의 높은 CPUE를 보였으므로 이 두 물질을 기피활성물질로 판정하였다.

핵산관련물질의 경우에도 하이포산틴과 IMP의 총합에서 CPUE가 0.12였고, IMP 단독에서도 어획율이 0.12였으므로 이들 두 핵산물질 중에서 IMP가 유

인활성물질이라고 판정하였다.

그러나 본 실험에서는 단위 통발당 어획미수가 전반적으로 낮게 나타나고 있으며, 이는 앞서 언급한 梅津(1966)의 지적과 같이 단독 물질들의 상승 효과나 화학적인 분획 방법의 문제점등으로 미루어 볼 때 당연한 귀결로 볼 수도 있지만, 유인활성물질을 검색하는 데는 문제점이 적지 않다. 또한, Sutterlin (1975)도 본 실험과 유사한 현장 실험을 먹장어에 대하여 한 바가 있는데 먹장어의 경우 천연미끼를 넣은 통발에서는 어획이 많았으나 단일 아미노산이나 아미노산 복합물 혹은 아민에는 어획이 아주 작았으며 이러한 화학물질들이 어류에서는 유인활성이 있었으나 먹장어류에서는 효과가 없는 점에 의문을 제기한 바 있다.

현장실험으로 각 회분에 대한 유인활성을 판정하는데 필요한 통계적 자료를 얻기 위해서는, 각 물질들의 수중에서의 확산 기구 등에 관한 깊은 지식과 많은 회수의 현장 실험이 요구되며 이로 인한 표준품의 구입등에 엄청난 경비가 요구된다.

그러나 만약 봉장어의 수조내 순응이 가능하거나 전기 생리학적 방법의 이용이 가능하다면 비교적 용이하게 이러한 사실을 반증할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

봉장어의 유인활성물질을 검색하기 위하여 생멸치의 에탄올 추출물을 분석하고 그 결과를 근거로 하여 표준품으로 인공추출물을 조제하여 유인활성을 검토하였으며 9종의 아미노산과 2종의 핵산 관련물질을 표준품으로 현장에서 omission test를 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 생멸치 및 냉동정어리의 에탄올 추출물과 잔사의 유인활성을 검토한 결과, 에탄올 추출물에서 강한 유인활성을 나타내었다.

2. 생멸치의 구성성분과 같은 농도로 인공합성품을 조제하여 현장실험을 한 결과, 유인활성이 생시료의 에탄올 추출액보다 약했으나 아미노산 합성물질과 핵산 관련 물질이 다른 물질들보다 유인활성이 강한 것으로 나타났다.

3. 9종의 아미노산에 대하여 omission test를 실시한 결과 L-글루타민산, L-글리신, 타우린 및 L-

티오닌은 붕장어에 대하여 유인활성이 강한 것으로 나타났으며, L-라이신이나 DL-페닐알라닌은 기피활성이 있는 것으로 나타났다.

4. 2종의 핵산 관련물질중 IMP는 유인활성이 있었으나 하이포산틴은 없었다.

문 헌

- 염말구·강석중·최영준·최병대·조창환(1990) : 어류 유인활성물질의 응용에 관한 연구-I. 현상실험을 통한 붕장어 생미끼의 유인활성 검토. 어업기술 학회지 26(4).
- 이용호·구재근·안창범·차용준·오광수(1984) : HPLC법에 의한 시판 수산건제품의 ATP분해생성물의 비색정량법. 韓水誌 17(5), 368-372.
- 이철호·이용호·임무년·김수현·채주규·이근우·고경희(1987) : 수산발효식품, 유림문화사, 서울, 23-34.
- 高岡治·瀧井健二·中村元二·熊井英水·竹田正彦(1990) : カサゴに對する攝餌促進物質の同定. 日水誌 56(2), 345-351.
- 橋本芳朗朗·鴻巢章二·伏谷伸宏·態勢健嗣(1968) : アサリ中のウナギ誘引物質-I. 日水誌 34(1), 78-83.
- 瀧井健二(1987) : ウナギの攝餌促進物質とその配合飼料への應用に關する研究. 東京大學. 學位論文. 東京, 4-23.
- 梅津武司(1966) : 化學刺激と魚類の行動(總說). 日水誌 32(3), 352-376.
- 萩野珍吉(1985) : 魚類の營養と飼料. 恒星社厚生閣. 日本 東京. 15-26.
- 佐藤徳郎·福山富太郎(1958) : 生化學における光電比色法(各論 2). 南江堂 東京, 105-116.
- 竹井誠(1977) : カニ類の攝餌における刺激物質と受容. 東海水研報, 89, 75-82.
- 坂口水彦·清水恒(1965) : 水産動物肉に中する研-XXV. マサバエキス成分の季節的變動と成長過程中的變化について. 日水誌 31(1), 72-75.
- A.O.A.C.(1984) : Official methods of analysis of analysis, 14th.(ed.), Arlington, 334-335.
- Arakaki, J. and M. Suyama(1966) : Free and conjugated amino acids in the extractives of anchovy. Bull. Japan Soc. Sic. Fish., 32(1), 74-79.
- Harada, K.(1986) : Feeding attraction activities of nucleic acid-related compounds for abalone, oriental weatherfish and yellowtail. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 52(11), 1961-1968.
- Harada, K., Eguchi and Y. Kurosaki (1987) : Feeding attraction activities in the combinations of amino acids and other compounds for abalone, oriental weatherfish and yellowtail. Nippon Suisan Gakkaishi 53(81), 1483-1489, 169.
- Konosu, S. and E. Kasai(1961) : Muscle extract of aquatic animals-III. On the method for determination of betaine and its content of the muscle of some marine animals. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 27(12), 194-198.
- Konosu, S., K. Watanabe and T. Shimizu(1974) : Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts fo eight species of fish. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 40(9), 909-915.
- Sakaguchi, M., M. Hujita and W. Simidy(1964) : Syudies on muscle of aquatic animals -XXX XIII. Creatine and creatinine contents in fish muscle extractives. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 30(12), 999-1002.
- Sutterlin, A. M. (1975) : Chemical attraction of some marine fish in their natural habitat. J. Fish. Res. Board Canada, 32, 729-738.