

패류의 냉동에 관한 연구(6)*

- 키조개의 동결저장조건과 유리아미노산 및 휘기성분의 변화-

宋 大 鎭

Studies on Freezing of Shell-Fish(6)

-Effects of Freezing Storage Condition on Changes in Free Amino Acid Contents
and Volatile Components Formation of Pen Shell Adductor Muscle -

Song Dae-jin

Summary

Changes in free amino acid content and formation of odor components of pen shell *Atrina pectinata japonica* adductor muscle during freezing storage were studied in connection with storage temperature.

Adductor muscle were frozen -40°C and stored at -10°C , -20°C , and -40°C respectively for three months.

Generally, free amino acid content of three months stored sample at -10°C was lower than those of both -20°C , and -40°C and some (Glu, Val, Met, β -Ala) were increased while others were decreased. Especially, Tau, Ala, and Arg were decreased.

Amounts of volatile compounds such as carbonyl, nitrogeous, sulfurous compounds have never attained the level where unpleasant or fishy odor could be perceived. However, there was a clear tendency that the higher the storage temperature, the larger amount of these compounds were present.

* 이 논문의 일부는 1988년도 문교부학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

아미노산의 약호는 3문자 기재법[Biochemistry 5, 1445~1453(1966)]에 의하였다.

理工大學 教授

序 論

특유의 풍미와 육질의 촉감으로 고급식품으로 상미되어지는 키조개는 탈각하여 패주육(일명 貝柱)만을 냉동하여 유통판매되어지는 고급수산물이다.

전보(宋, 1987)에서는 냉동키조개 패주육의 품질 변화에 관하여, 주로 근육단백질의 변성, 보수성, 근육 texture의 변화 등에 관하여 보고하였다. 본 연구에서는 키조개의 패주육을 동결저장(-10°, -20°, -40°C) 3개월 후의 유리아미노산의 소장 및 취기성분의 변화에 대하여 특히 저장온도와 관련하여 실험하였다.

材料 및 方法

시료의 동결 및 저장

시료로 사용한 키조개와 동결 및 저장 조건은 전보(宋, 1987)와 같다.

Extractive의 조제 및 유리아미노산 분석

Extractive의 조제는 Konosu(1978)의 방법에 따

라 마쇄한 시료 1g을 17ml의 증류수로 비등수욕중에서 15분간 교반하면서 추출하여 원심분리(3000 rpm, 15분)하였다. 침전은 7ml의 증류수로 2회 추출, 원심분리를 반복하여 상등액을 합하고, 이를 증류수로 30ml로 하였다. 여기에 130ml의 Ethyl alcohol을 가하여 15분간 방치 후 원심분리하였다. 상등액을 40°C 이하에서 감압농축하여 여기에 N/50HCl을 가하여 10ml로 만들었다. 이를 시료로 하여 유리아미노산용 아미노산분석기(日立 835)에 의하여 분석하였다.

취기성분의 포집 및 분석

시료의 취기성분의 포집은 飯田(1978)의 방법에 따라, 세결한 시료 5g을 정평하여 50ml의 가지모양의 후라스코안에 넣고, 40°C의 수욕중에서 진탕하면서 Carrier gas를 통하여 생성되는 취기성분을 U자관에 도입하였다. U자관은 액체산소안에 넣어서 냉각하므로 유입된 취기성분이 포집되도록 하였다. Carrier gas는 고순도활성공기(Air-zero-U)를 사용하여 50ml/min의 유량으로 5분간 통기하였다. 취기성분이 포집된 U자관은 Flash Sampler에 연결하여 액체산소의 온도에서 150°C까지 승온시켜 발생하는 휘발성 성분을 가스크로마토그래피(GL) 장치에 도입하였다. 이 때의 GL 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Condition of GLC analysis for volatile carbonyl components

GLC	: Shimadzu 4 CM-PF
Column	: Chromosorb 103 or Porapack QS 3 mm × 1.5 m
Detector	: FID
Carrier gas	: N, 50ml/min.
Injection Temperature	: 150°C
Column Temperature	: 100°C, 20 min., 100 -150°C, 5 min.
Chart Speed	: 10 mm/min.

취기성분의 동정

각 성분은 GLC에서 얻어진 각각의 보지시간(retention time) 및 표준품에 의하여 동정하였다.

휘발성 함유화합물의 분석

德永(1977)의 방법에 의하여 정량하였다.

암모니아는 Nessler 비색법(波多野, 1958) dimethyl amine과 trimethylamine은 Dyer (1945) 법으로 정량하였다.

結果 및 考察

동결저장 3개월 후의 유리아미노산의 변화

신선키조개와 -10°, -20°, -40°C로 3개월간 동결저장 한 키조개의 유리아미노산의 분석 결과를 Table 2에

나타내었다. 키조개에서는 대부분의 유리아미노산이 검출되었으며 그 중에서도 Tau, β -Ala, Gly, Arg, Glu, Ala의 순서로 함량이 많았다. Tau함량은 바지락(鴻樂, 1965) 과 Gly은 백합(高木, 1970) 피조개(夫, 1984)의 함량과 거의 같고 많았다. Arg함량은 백합(高木, 1970), 진주조개(藤田, 1968), 털굴뱅이(奥村, 1970) 등의 함량과 같았다. Glu함량은 바지락, 북방대합(高木, 1970), 브라골뱅이(奥村, 1966)와 같은 정도이고, 가리비, 검은전복(高木, 1970) 보다는 많았다. 반면 Leu, Ile의 함량은 거의 낮았다. 신선키조개의 유리아미노산의 조성은 일반패류의 조성과 거의 같았으며 β -Ala을 제외하고는 바지락이나 가리비의 유리아미노산 조성과도 유사하였다. 키조개의 근육에서 다량의 β -Ala이 검출되는 것은 특이한 현상으

Table 2. Contents of free amino acids of pen shell adductor muscle after 3 months storage at -10°C, -20°C, and -40°C (mg/100g muscle)

	Fresh	10°C	-20°C	-40°C
Tau	673.6	447.8	590.1	617.0
Asp	24.3	49.8	29.6	12.7
Thr	9.6	16.4	5.0	7.0
Ser	7.8	12.1	6.3	6.5
Glu	130.0	153.1	131.7	134.3
-AAA	1.9	3.2	1.4	1.7
Pro	32.5	18.5	33.8	30.7
Gly	519.0	446.9	500.0	586.7
Ala	109.2	89.8	105.6	111.0
Val	62.8	72.8	52.8	57.2
Cys	32.6	62.4	66.9	87.0
Met	8.2	12.3	4.5	6.1
Ileu	8.3	5.6	3.7	7.9
Leu	7.9	5.6	3.4	4.6
Tyr	23.5	11.2	4.9	11.0
Phe	13.4	14.3	4.7	10.0
β -Ala	648.0	717.8	756.7	648.0
NH ₃	4.6	6.4	2.9	1.4
Orn	2.4	0.4	0.7	0.6
Lys	6.9	9.7	5.1	5.4
His	4.7	2.1	1.2	1.6
Car	9.1	6.6	7.7	11.9
Arg	272.0	169.5	273.7	269.6
Total	2617.4	2334.5	2592.1	2518.9

로 생각되어진다. β -Ala은 일반적으로 dipeptide의 Car(β -Ala-His), Ans(β -Ala-1-methyl-His), balenine(β -Ala-3-methyl-His) 등의 구성성분으로서 존재하며, 이들의 분해에 의하여 유리되어지는 것으로 알려져 있다. 그리고 이들을 분해하는 dipeptidase로서 Carnosinase나 Anserinase가 수산물에서는 대구(Jones, 1955), 칠성장어(小長谷, 1978)의 근육에서 검출되어졌으며 고래근육(Suyama, 1978)에서도 검출되어졌으나 무척추동물에서는 이것들이 거의 없거나 있어도 아주 적은 것으로 알려져 있다.(坂口, 1982). Jones(1955)는 대구의 빙장중에 근육중의 Ans이 감소하고 β -Ala과 중 1-methyl-His이 증가함으로 대구근육 중에 Anserinase가 존재하는 것을 추정하였다. 키조개의 근육중에서 β -Ala이 유리상태로 다량으로 존재하는 것은 이와 같은 효소들의 관여에 의한 것인지 또는 키조개의 생리적 특징인가에 대하여는 더 연구가 있어야 하겠다. 신선키조개의 유리아미노산 중 Tau, β -Ala, Gly, Arg, Glu, Ala 등이 차지하는 비는 80% 이상이였다. 일반적으로 수산동물 단백질의 구성아미노산은 동물의 종류에 따라 그다

지 차이가 나타나지 않으나 유리아미노산은 동물의 종류에 따라 차이가 있으며, 이들 차이가 있는 특정 아미노산이 전체유리아미노산의 대부분을 차지하는 결과들을 볼 수 있다. 키조개에서도 Tau을 제외하면 이들 아미노산들이 정미성이 있는 것들이므로 이들 특이하게 많은 함량의 유리아미노산들이 키조개의 특이한 맛에 관여하는 것이라고 생각된다.

각 저장온도로 3개월간 동결저장후의 키조개의 유리아미노산의 총량은 높은 값을 나타내며 저장온도 별로도 거의 비슷한 값을 나타내나 -10°C 3개월 저장한 것은 2352mg%, -20°C 3개월 저장한 것은 2604mg%로서, -40°C 3개월 저장한 것은 2635mg%로서, -10°C로 저장한 것이 -20°C와 -40°C로 저장한 것에 비하여 약간 적은 함량을 나타내었다. 각 아미노산의 3개월 동결저장후의 함량변화를 보면 저장온도에 따라 약간씩 차이를 보이거나 -10°C에서는 특이하게 어떤 아미노산은 많은 감소를 하고 또 어떤 아미노산은 증가를 나타내고 있다. 전체 유리아미노산 중에서 감소와 증가가 비교적 현저한 것들에 대하여 그 변화를 Table 3에 나타내었다. Tau, Ala, Arg, Pro 등이 3개월 저

Table 3. Changes in free amino acid content of pen shell adductor muscle after 3 months storage at -10°C, 20°C, and -40°C.

	Fresh	-10°C	-20°C	-40°C
Glu (mg %)	130	162.3	131.7	134
Val (mg %)	62.8	73.7	52.8	57.2
Met (mg %)	8.25	14.4	4.5	6.1
β -Ala(mg %)	648	720	756.7	641
Tau (mg %)	673.6	612.2	590.1	617
Arg (mg %)	272	185.1	273.7	296.6
Pro (mg %)	32.5	25.2	33.8	32.5
Ala (mg %)	109.2	97	105.6	111

장 후에 감소의 경향을 보였으며, β -Ala, Glu, Val, Met 등은 증가의 경향을 나타내었다. 일반적으로 수산물을 빙장하는 경우에 근육중의 유리아미노산이 증가하는 것으로 알려져있으며, 고등어는 냉장 10일 이후에 Tau, His 이외의 아미노산이 증가하며(Saka

guchi, 1984), 백합, 바지락 등은 선도저하와 병행하여 Arg이 감소하고 그 외의 아미노산은 증가한다는 보고가 있다.(高木, 1970, 伊藤, 1959). Tau은 효소나 세균의 작용은 받기 어려우나 빙장 중 용해빙에 의하여 용출되어지기 쉽다고도 한다(德永, 1983).

그러나 동결저장의 경우는 특히 Protease의 작용이 강력하지 않는 한 유리아미노산의 함량에는 변화가 없는 것으로 알려져 있다 (Gould, 1971). 그러나 전보(宋, 1987)의 키조개의 동결저장온도의 차이에 따른 품질변화에서 보면 -10°C로 저장한 것은 -20°C와 -40°C로 저장한 것에 비하여 단백질의 변성, 근육조직의 응집, drip의 유출 등이 현저함을 보고하였다. 동결저장 3개월 후의 유리아미노산의 함량변화에서도 저장온도에 따라서는 drip유출에 의한 손실이 효소작용에 의한 증가를 상회하게 되어 유리아미노산의 함

량에 차이를 가져온 것이 아닌가 생각되어진다. 그러나 이와 같은 점들에 대해서는 유리아미노산 자체의 세포내에서의 Pool 상태의 차이 등을 생각하여 자세한 검토가 필요하다고 생각된다

취기성분의 변화

각 저장온도(-10°, -20°, -40°C)로 동결저장 3개월 후의 키조개의 취기성분 중 휘발성 Carbonyl의 변화는 Table 4와 같다.

Table 4. Contents of volatile carbonyls of pen shell adductor muscle after 3 months storage at -10°C, -20°C, and -40°C (ng/g muscle)

	Fresh	-10°C	-20°C	-40°C
Acetalhyde	0.037	0.400	0.039	0.057
Propionaldehyde	0.035	0.100	0.070	0.020
Iso-Butylaldehyde	0.014	0.130	0.056	0.057
N-Butylaldehyde	0.012	0.002	Trace	Trace
Iso-Valeraldehyde	0.012	0.015	Trace	Trace
N-Valeraldehyde	0.025	0.030	Trace	Trace
Ethanol	0.021	0.050	0.034	0.022
Total	0.156	0.727	0.235	0.156

주된 성분으로는 Acetaldehyde, propionaldehyde, iso-butylaldehyde, n-butylaldehyde, iso-valeraldehyde와 n-valeraldehyde의 6종류의 aldehyde와 Ethanol이 확인되었다.

Acetaldehyde, propionaldehyde, iso-butylaldehyde 등의 성분은 10°C 3개월 저장 후에 2배 내지 10배 정도로 증가하는가 하면 iso-valeraldehyde와 n-valeraldehyde 등의 성분은 3개월 저장 후에 거의 없어져버리는 것도 있었다.

飯田(1979)은 건조정어리의 동결저장 중의 취기성분변화의 연구에서 냉동보존 중에 생성 증가하는 것의 대부분이 Aldehyde이며 이들 취기성분의 생성과 POV의 생성경향과는 일치한다고 보고하였다. 中村(1980)은 적선어(고등어, 정어리)를 구울 때의 냄새는

주로 Carbonyl이며, 휘발성 Carbonyl은 지질의 산화분해에 기인하는 것이라고 보고하였다. 그러나 대구와 같이 지방함량이 적은 어육에서도 동결저장 중 조건에 따라서는 현저하게 지방산의 산화가 진행되며(McGill, 1974) 저장기간이 증가하면 CSF(cold storage flavor)(McGill, 1977)가 생기는 것이 알려져 있다. Ethanol 함량도 -10°C 3개월 저장 후의 것은 다른 것들에 비하여 2배 정도로 증가하였다. 飯田(1981)은 어개류 및 가공품의 품질판정의 지표로서 Ethanol 함량변화를 조사하여, Ethanol은 시료의 저장기간의 증가와 같이 증가하여 관능적으로 선도저하취가 발생된다고 판정되어지는 시점에서 급증하는 경향을 나타내며 그 시점에서의 Ethanol 함량은 3~5ppm이었음을 보고하였다.

취발성 합질소화합물의 변화

취발성 합질소화합물의 각 저장온도 (-10°, -20°, -40° C)로 3개월간 저장 후의 변화를 Table 5에 나타내었다. TMA, DMA, NH₃ 모두 저장온도가 높을수록 약간씩 증가하는 경향을 나타내었다.

취발성 합황화합물의 변화

취발성 합황화합물의 각 저장온도(-10°, -20°, -40°C)로 3개월 저장 후의 변화를 Table 6에 나타내었다.

취발성합황화합물은 Carbonyl의 경우와는 달리 저장온도에 따른 차이는 볼 수 없었으나, -10°C 3개월 저장 후의 Dimethylsulfide(DMS)는 -20°C와 -40°C에 비하여 약간 증가하는 경향을 나타내며, 유화수소나 2유화탄소 등은 저장온도와 관계없이 3개월 후에는 모두 감소하는 경향을 나타내었다. 어패류의 DMS의 기원은 Dimethyl-β-propiothetin(DMPT)으로 DMPT는 먹이로 섭취한 식물성 plankton에서 유래하며 이 DMPT는 효소작용이나 Alkali성의 조건하에서 분해하여 DMS와 Acryl산을 생성하는 것으로 알려져 있다. (坂口, 1982). 德永(1977)은 Krill의 동결 저장 중의 DMS 함량변화 조사에서 저장온도가 높을수록 DMS의 생성량이 많으며 -10°C에서는 -20°C

Table 5. Contents of volatile nitrogen compounds of pen shell adductor muscle after 3 months storage at -10°C, -20°C, and -40°C (mg/100g muscle)

	Fresh	-10°C	-20°C	-40°C
Trimethylamine	5.05	6.06	6.00	5.24
Dimethylamine	0.07	0.09	0.09	0.07
V.B.N	0.47	2.42	1.37	1.26

Table 6. Contents of volatile sulfide compounds of pen shell adductor muscle after 3 months storage at -10°C, -20°C, and -40°C (ng/g muscle)

	Fresh	-10°C	-20°C	-40°C
Hydrogen sulfide	18	25	15	18
Carbon disulfide	8	10	4	4
Dimethyl sulfide	19	21	19	19
Dimethyl-β-propiothetin	65323	66150	62000	65000

보다 약 3배가 많음을 보고하였다.

어패류를 동결저장하는 경우 세균의 작용은 대부분 정지하며 또 어패류의 조직중에 함유하는 각종 효소의 작용도 현저하게 억제되는 것으로 알려져 있다. 그러나 이상의 취기성분들의 분석결과에서는 효소작용에 의하여 발생하는 DMS, 지질의 산화분해에 의하여 발생하는 Aldehyde 등이 -10°C에서는 -20°C와 -40°C에 비하여 약간 많은 경향을 나타내는 것으로 보아 -10°C의 비교적 높은 저장온도에서는 저장중에 미생

물의 작용은 억제되지드라도 효소작용이나 산화작용 등은 충분히 억제되지지 못하는 것으로 생각되어진다. 그러나 키조개의 동결저장중에 발생되어지는 이들 취기성분들의 역치(閾値, Threshold)를 보면 Acetaldehyde 0.066ppm(자극취) propionaldehyde 1.0ppm(자극취), (大垣, 1975), TMA와 생선비린내와의 관계는 대구의 경우 4~6mgN/100g에서 선도저하취, 10mgN/100g에서 부패취(Beaty, 1937), DMS와 Krill의 경우 수 ng100ng/g의 범위에서는 갑각류

특유의 냄새를 내는 것으로 알려져 있다.(德永, 1977)
 이상과 같이 키조개 패주육을 동결저장하여 3개월
 후에 분리 정량한 휘기성분들과 역치와의 관계를 보
 면 저장온도가 높을수록 생성은 많으나, 이들 모두가
 키조개의 선도저하취에는 영향을 미치지 않는 것으
 로 생각되어진다.

摘 要

탈각 키조개의 패주육을 동결하여 -10°, -20°, -40°C

로 3개월 저장 후 각 저장온도에 따른 유리아미노산
 의 소장과 휘기성분의 생성에 대하여 검토하였다.

-10°C로 3개월 저장 후의 유리아미노산의 함량은
 -20°C와 -40°C로 저장한 것에 비하여 적었다.

-10°C로 3개월 저장한 것에서 각각의 유리아미노산
 을 보면 일부(Glu, Val, Met, β -Ala)는 증가하며 다
 른 일부는 감소하였다. 특히 Tau, Ala, Arg은 감소의
 경향이 컸다.

휘발성 Carbonyl, 휘발성질소화합물, 휘발성함황
 화합물 등을 분석한 결과 이들의 생성량은 모두 이취
 나 부패취를 느낄 정도는 아니었다. 그러나 저장온도
 가 높을수록 생성량이 많은 경향이였다.

引 用 文 獻

- Beaty, S. A and N. E. Gibbons, 1937. : The measurement of spoilage in fish. J. Biol. Bd. Canada, 3, 77~91.
- Dyer, W.J. and M.L. Morton, 1956. : Amines in fish muscle II. Development of trimethylamine and other amines. J. Fish. Res. Bd. Canada, 13, 129~134.
- 藤田眞夫, 葉守仁, 池田静徳, 1968. : アコヤカイ肉の化學成分に関する研究 I. 貝柱肉のエキス成分. 日水誌, 34(2), 146~149.
- Gould, E, 1971. : Testing the freshness of frozen fish. pp. 23~24, Fishing News(Book) Ltd. London.
- 波多野博行, 桐田智子, 1958. : 生化學における光電比色各論, 2, 43~46, 南江堂, 東京.
- 伊藤啓二, 1959. : 水産動物筋肉 エキスのアミノ酸組成 II. 貝肉の遊離アミノ酸とその腐敗による消長. 日水誌, 25(10~12), 658~660.
- 飯田 達, 中村弘二, 德永俊夫, 三輪勝利, 1978. : 食品の臭氣の捕集法の検討, 東海區水研報. 93, 87~94.
- 飯田 達, 中村弘二, 德永俊夫, 1979. : 冷凍貯藏中の丸干レイワンの臭氣成分+變化 I. 東海區水研報. 98, 77~85.
- 飯田 達, 中村弘二, 德永俊夫, 1979. : 冷凍貯藏中の丸干レイワンの臭氣成分の變化 II. 同上誌, 98, 87~92.
- 飯田 達, 德永俊夫, 中村弘二, 太田佳子, 1981. : エタノールによる 魚介類およびその 製品の品質判定, 東海區水研報. 104, 77~90.
- Jones. N. R., 1955. : The free amino acids of fish. I-methylhistidine and β -alanine liberation by skeletal muscle Anserinase of codling. Biochem. J. 60, 81~87
- 鴻原章二, 藤本健四郎, 高島郎子, 松下輝子, 1965. : アサリのエキス 成分ならびに蛋白のアミノ酸組成. 日水誌. 31(9), 680~686.
- Konosu S., K, Yamaguchi and T. Hayashi, 1978. : Studies on flavor components in the extracts. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 44(5), 505~510.
- 小長谷 史郎, 1978. : 漁類筋肉中のペプチターゼの檢索. 東海區水研報. 94, 1~28.
- McGill A.S., R. Hardy and J.R. Buryy, 1974 : Hept-Cis-4-enal and its contribution to the of-flavor in cold stored cod. J. Sci. Fd. Agric., 25, 1477~1489.
- McGill A. S., R. Hardy and F. D. Gunstone, 1977

- Further Analysis of the volatile components of frozen cold stored cod and the influence of these on flavor. J. Sci. FD. Agric., 28, 200~205.
- 中村弘二, 飯田 遙, 徳永俊夫, 1980 : 赤身魚の焼臭として揮発性脂肪酸および揮発性カルボニル化合物について. 日水誌. 46(2), 221~224.
- 奥村彩子, 村田喜一, 高木光造, 大石圭一, 1966. : エソボラ, オオカラフトバイおよびアヤボラの可食部のアミノ酸造成. 北大水産彙報 17(2), 147~151.
- 大垣忠義, 1975. : 油脂加工工業用油劑製造における公害対策の現況と問題點. 油化學, 24, 797~803.
- Partman, W., 1976 : Eine carnosine spaltende enzymaktivitat in skelettmuskel des Aales. Arch. Fisch. Wiss., 27. 55~62.
- 坂口守彦, 1982 : 魚介類の微量成分. pp, 2~31 恒星社厚生閣, 東京.
- Sakaguchi, M., M. Murata and A. Kawai, 1984 : Changes in free amino acid contents in Juvenile Mackerel Muscle during ice storage. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 50(2), 323~329.
- Shewan, J.M. and N.R. Jones, 1957 : Chemical changes occuring in cod muschle during chill storage and their possible use as objective indices of quality. J.Sci. Fd. Agric., 8, 491~498.
- 宋大鎮, 河礎桓, 姜泳周, 1987 : 貝類의 冷凍에 關한 研究(5). 키조개의 冷凍貯藏에 의한 品質變化. 濟大論文集. 24, 75~83.
- Suyama, M., T. Suzuki, M. Maruyama and K. Saito, 1970 : Determination of carnosine, Anserine and Balenine in the muscle of animal. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 36(10), 1048~1053.
- 須山三千三, 1971 : 水産動物筋肉中の低級ペプチド. 日水誌. 37(8). 771~776.
- 高木光造, 飯田 優, 村山花子, 相馬オガ, 1970 : 貝肉の鮮度低下および腐敗に伴う揮発性アミン類の消長. 北大水産彙報 21(2), 127~132, 133~143.
- 徳永俊夫, 飯田 遙, 中村弘二, 1977 : オキアミにおけるジメケルサフアイドの生成. 日水誌. 43(10), 1209~1217.
- 徳永俊夫, 飯田 遙, 中村弘二, 佐藤耕一, 井部幸子, 1983 : ケガニ水藏中の鮮度と呈味性の變化. 東海區水研報. 110, 49~58.
- 徳永俊夫, 飯田 遙, 中村弘二, 1977 : 昭和52年度日本水産學會秋季大會講演要旨 講番號 635.