

진주담치 乾燥中の Nucleotides의 變化

朴榮浩·朴華述·李應昊*

DEGRADATION OF NUCLEOTIDES IN THE MUSCLE OF
SEA MUSSEL DURING DRYING

Yeung-Ho PARK, Hwa-Sool PARK and Eung-Ho LEE

The present paper deals with the degradation of nucleotides in the muscle of sea mussel, *Mytilus edulis*, during drying. Three kinds of samples, raw, hot-air dried, and steamed-and-hot air dried were prepared and the contents of nucleotides were determined by ion exchange chromatography on columns of Dowex 1, X8.

ATP and ADP were dominant in the raw muscle showed about $8\mu\text{ moles/g}$, dry basis, respectively. The rate of degradation of ATP was very slow during drying compared with those of fish.

The accumulation of ADP and AMP were observed during drying and the amount of total nucleotides (ATP+ADP+AMP) were not decreased remarkably by drying process.

IMP was not detected in the all of the samples examined, however, the contents of inosine and hypoxanthine were increased during drying. In case of inosine contents, the hot-air dried sample marked an exceedingly high value equivalent to 8 times of the raw sample whereas steamed-and-hot air dried sample showed 2 times of raw samples.

緒 言

海産無椎動物肉의 nucleotides에 관한 研究는 많지 않으며, 中島¹⁾이 오징어, 보리새우 및 貝柱에 對하여, 新井²⁾이 가리비, 피조개 및 전복등에 對하여, Arai와 Saito³⁾가 게 및 오징어에 對하여, 鴻巢⁴⁾이 바지락에 對하여, 毛利⁵⁾이 보리새우 및 바지락에 對하여, 朴 및 李⁶⁾가 문어에 對하여 研究報告하고 있다.

元來 nucleotides는 生体가 겪는 條件에 따라서 그 變化度가 크게 다르므로 各 履歷이 다른 個體의 이들 成分含量을 比較檢討한다는 것은 生化學的으로는 그다지 큰 意義가 없다고 하겠으나, 食品原料學的인 面에서 볼때는 이들 成分組成을 밝혀 그 分解經路를 推定하고, 나아가서 鮮度나 變化度를 測定하는 基礎資料가 되며, 또한 呈味關聯物質의 分布를 알 수 있다는 등의 利點이 있다. 이러한 觀點에서 筆者들은 왜문어의 核酸關聯物質에 관한 研究報告⁶⁾에 이어 이번에는 우리나라에서 많이 生産되고, 널리 食用되고 있는 진주담치의 乾製品 製造中에 일어나는 nucleotides의 變化에 對하여 實驗하였으므로 그 結果를 報告한다.

實 驗 方 法

1. 試 料

1970年 11月 25日 경남 통영군 용남면 장편리 전내랑에서 採取하여 plastic 상자에 담아 運搬한 진주담치

* 釜山水産大學, Pusan Fisheries College.

(*Mytilus edulis*)를 實驗에 使用하였으며, 供試한 것은 殼長 3.2~3.8cm, 殼高 9~10cm의 암컷 23尾이며 肉部의 水分含量은 77.2%였다.

2. 試料處理

脫殼한 肉部를 個體別로 3等分하여 各各 生體試料, 熱風乾燥試料 및 煮熟熱風乾燥試料로 나누었다. 生體試料는 即時實驗에 使用하였고, 熱風乾燥試料는 熱風乾燥機에서 6時間 乾燥(35~40℃, 3.5~4.0m/sec, 乾燥完了時의 試料水分含量 14.9%)하였으며, 煮熟熱風乾燥試料는 水蒸氣로서 15分間 蒸煮한 후 熱風乾燥試料와 같은 條件으로 熱風乾燥(乾燥完了時의 試料水分含量 11.3%)하여 供試하였다.

3. Nucleotides의 抽出

生體試料는 約 25g, 乾燥試料는 各 3g씩을 精粹하여 前報¹⁰⁾의 方法에 準하여 冷過鹽素酸溶液으로 抽出하였다.

4. Nucleotides의 分割

前報¹⁰⁾에 準하여 Dowex 1, X8 (200~400mesh, formate form)를 使用한 ion exchange column chromatography에 依하였으며, 溶離液으로서는, ① H₂O, ② 0.005N-formic acid (FA), ③ 0.1N--FA, ④ 0.1N-FA + 0.08N--sodium formate (SF), ⑤ 0.1N-FA + 0.7N-SF, ⑥ 0.2N-FA + 1N-SF를 使用하였고, fraction collector (Mitamura Riken Kogyo, model 4-66 TVD)에 依하여 溶出速度 1ml/min, 劃分量 10ml, 劃分數 220~230個로 分割하였다. inosine과 hypoxanthine 混合劃分の 別은 Dowex 1, X8 (200~400 mesh, chloride form) column로서, 溶離液 ⑦ 0.1N-NH₄OH + 0.07N-HCl + 0.005N-Na₂B₄O₇, ⑧ 0.001N-HCl + 0.0002N-Na₂B₄O₇를 使用하여 溶出速度 0.5ml/min, 劃分量 10ml, 劃分數 120~125個로 再分割하였다.

5. 分割成分의 同定

前報¹⁰⁾와 같이 ① 分割時의 溶出位置의 比較, ② 吸光比(E250/E260 및 E280/E250)의 比較, ③ paper chromatography, ④ periodate oxidation 등의 方法에 依하였다.

6. 濃度計算

分子吸光係數法에 依하였으며, 260nm에서의 分子吸光係數로는 ATP, ADP 및 AMP는 14.2×10^3 ¹¹⁾, IMP 및 inosine 7.4×10^3 ¹¹⁾, hypoxanthine은 10.4×10^3 ¹²⁾를 使用하였다.

結果 및 考察

ATP, ADP, AMP, IMP, inosine 및 hypoxanthine의 各標準物質의 混合溶液을 分割하였을때의 chromatogram은 Fig. 1-a, b와 같았으며, 各試料抽出液을 分割하여 그 結果를 試料乾物重量 1g基準으로 換算하여 表示한 chromatogram는 生體試料에 있어서는 Fig. 2-a, b, 熱風乾燥試料는 Fig. 3-a, b, 煮熟熱風乾燥試料는 Fig. 4-a, b와 같았다.

Fig. 2-a, Fig. 3-a, Fig. 4-a에 있어서 溶離液④에 依하여 溶出되는 劃分(X)는 溶出位置가 IMP보다 빠르고 또 吸光比도 달라서(E250/E260은 IMP는 1.7인데도 이 劃分은 0.78) UMP로 推定되나 同定하지 못하였다. 또 Fig. 2-b, Fig. 3, Fig. 4-b에 있어서 溶離液에 依하여 溶出되는 劃分(Y)는 溶出位置가 hypoxanthine보다 빠르고 吸光比도 달라서(E250/E260은 hypoxanthine은 1.40인데 이 劃分은 0.97) adenosine이라고 推定되나 역시 同定하지 못하였다. 이들 未同定成分은 生體試料에 있어서는 含量이 적으나 乾燥試料에 있어서는 相當한 量을 나타내어, (X)成分에 있어서는 UMP로서 計算하였을 때 熱風乾燥試料에 있어서는 3.2μ moles/g

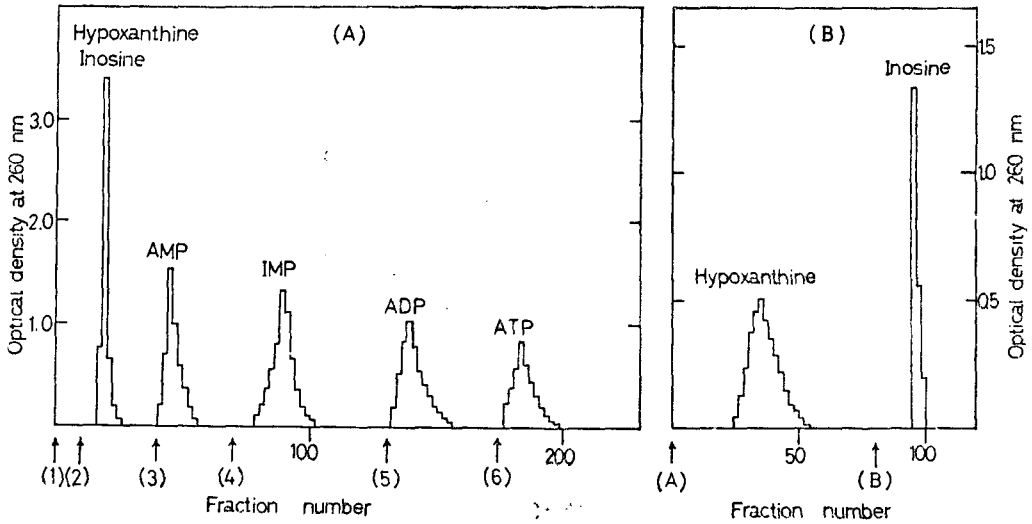


Fig. 1. (a). Ion exchange chromatogram of the mixture of authentic ATP, ADP, AMP, IMP, inosine, and hypoxanthine.
 (b). Rechromatography for separation of inosine and hypoxanthine.

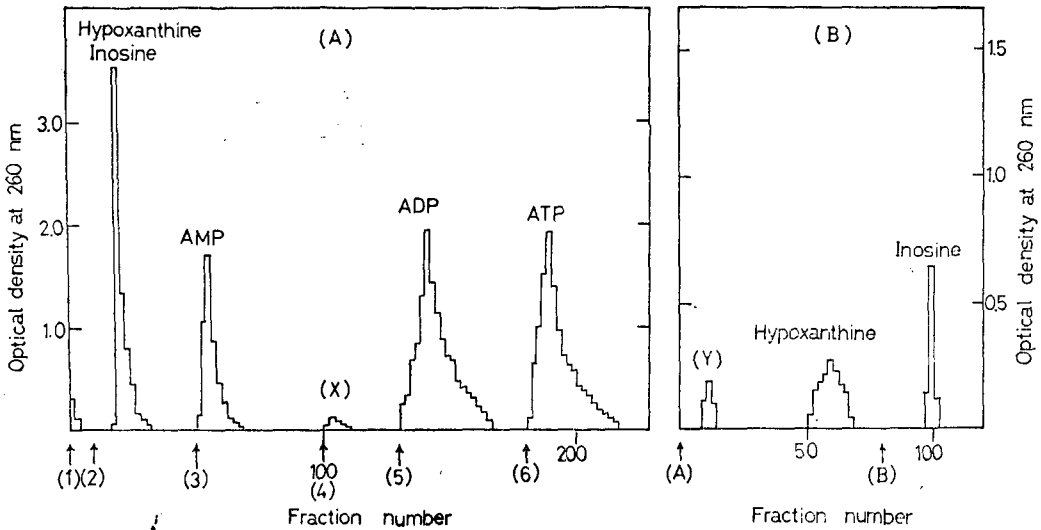


Fig. 2. (a). Ion exchange chromatogram of nucleotides in extract or raw muscle of sea mussel (1 g, dry basis)
 (X): Unidentified fraction.
 (b). Rechromatography for separation of inosine and hypoxanthine,
 (Y): Unidentified fraction.

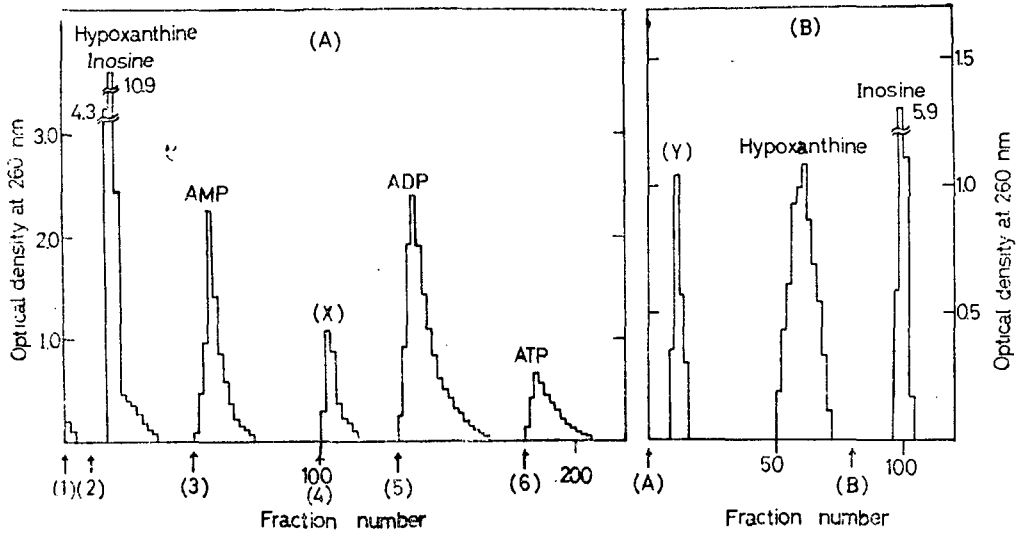


Fig. 3. (a). Ion exchange chromatogram of nucleotides in extract of hot-air dried sea mussel (1 g, dry basis).
 (X): Unidentified fraction.
 (b). Rechromatography for separation of inosine and hypoxanthine.
 (Y): Unidentified fraction.

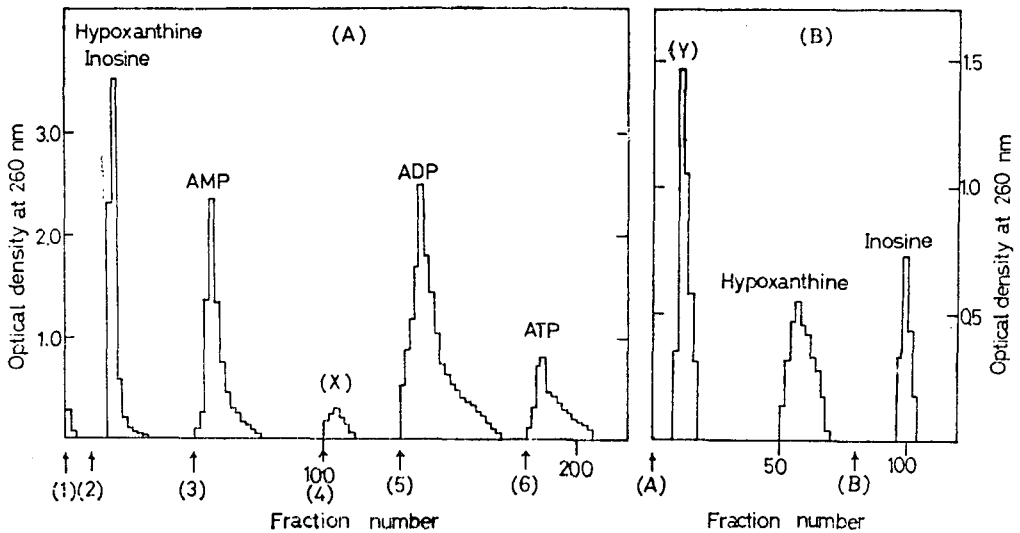


Fig. 4. (a). Ion exchange chromatogram of nucleotides in extract of steamed-and-hot air dried sea mussel (1 g, dry basis).
 (X): Unidentified fraction.
 (b). Rechromatography for separation of inosine and hypoxanthine.
 (Y): Unidentified fraction.

진주담치 乾燥中の Nucleotides

(dry basis)이고, 煮熱熱風乾燥試料에 있어서는 $1.2\mu\text{ moles/g}$ (dry basis)에 達하였다. 毛利등⁸⁾은 바지락에 있어서 nucleotides의 主体는 AMP와 UMP라고 報告하고 있으며, 또 鴻巢 등⁹⁾도 바지락에 있어서 100g 中에 UMP 15mg, IMP 36mg 含有되어 있다고 報告하고 있다. 또 筆者들이 研究報告한¹⁾ 왜문어의 核酸關聯物質에서도 이러한 (X) 및 (Y) 成分이 檢出되고 있어 앞으로 많은 檢討가 있어야 할것 같다.

진주담치의 生体試料, 熱風乾燥試料 및 煮熱熱風乾燥試料中の nucleotides의 含量을 表示하면 Table 1과 같다.

Table 1. Degradation of nucleotides and their related compounds in the muscle of sea mussel during drying. ($\mu\text{ moles/g}$, dry basis)

Nucleotides	Raw	Hot-air dried	Steamed-and-hot air dried
ATP	8.2	2.6	3.2
ADP	8.6	9.6	11.0
AMP	3.4	4.7	5.7
Inosine	1.2	9.6	2.3
Hypoxanthine	1.5	6.5	3.0

生体試料에 있어서의 ATP 含量은 $8.2\mu\text{ moles/g}$ (dry basis) 로서 문어의 경우¹⁾보다 월등히 많고, nucleotide 總量(ATP+ADP+AMP)도 $20.2\mu\text{ moles/g}$ 로서 문어의 경우의 3倍以上에 達하였다. 乾燥過程中的 ATP의 殘存率도 높아서 熱風乾燥의 경우는 32%, 煮熱熱風乾燥의 경우는 39% 이었다. 또 ADP 및 AMP의 變化에 있어서는 乾燥試料가 生体試料 때 보다 오히려 增加되었는 結果를 나타 내었으며, 그程度는 煮熱熱風乾燥의 경우가 熱風乾燥의 경우 보다 顯著하였다. inosine 및 hypoxanthine의 含量도 乾燥過程中에 增加하는데 그 增加率은 反對로 熱風乾燥의 경우가 煮熱熱風乾燥에 比하여 높았다. 即 inosine의 경우 熱風乾燥試料는 生体試料때의 8倍 量으로 增加하는데 比하여 煮熱熱風乾燥試料에 있어서는 2倍量程度에 不過하였다. 이와같은 結果는 煮熱熱風乾燥試料에 있어서는 nucleotides 分解酵素系가 加熱處理로 因하여 不活性化되는데 起因하는 結果라고 推定된다. 新井²⁾의 研究에 依하면 가리비, 피조개 및 전복 등의 貝類에 있어서는 ATP의 分解速度는 다른 水産動物에 比하여 극히 늦어서, 이들 貝類肉을 16~17°C에 저장하였을 때 約 20時間이 經過할 때까지 ATP는 거의 分解되지 않고, ADP 및 AMP의 含量도 거의 變化하지 않았다고 하며, 이러한 分解速度의 遲滯는 貝類에서 볼 수 있는 共通的인 特異現象이라고 하고 있다. 더욱이 피조개肉에 있어서는 採肉後 1日이 經過한 것이 오히려 ATP의 含量이 높고, ADP 및 AMP의 含量이 減少하고 있어 ATP의 再生産이 採肉後에도 長時間에 걸쳐 일어날 수 있는 可能性을 指摘하고 있다. 貝類의 이러한 分解速度의 遲滯가 乾燥過程中的 nucleotides의 殘存率이 높은 主因이라고 생각된다. 한편 IMP의 生成은 전혀 認定할 수 없었는데, 이 結果는 新井²⁾의 가리비, 피조개, 전복 등의 貝類에 對한 報告와 一致하였다. 그러나 같은 貝類에 있어서도 鴻巢등⁹⁾이 報告한 바지락에는 多量의 IMP가 含有되고 있어, 같은 貝類에 있어서도 AMP deaminase 活性이 있는 種類과 없는 種類가 있는지에 對하여는 앞으로 더욱 많은 檢討가 있어야 할것 같다.

新井²⁾은 水産無脊椎動物을 AMP deaminase 活性의 有無에 따라 문어 및 貝類와 같이 IMP를 生成하지 않는 系統과, 게, 새우類와 같이 IMP를 生成하는 系統으로 나누어, ATP의 主分解經路는 前者에 있어서는 ATP→ADP→AMP→adenosine→inosine→hypoxanthine(I 經路)이고, 後者に 있어서는 魚類에서 認定되고 있는 經路인 ATP→ADP→AMP→IMP→inosine→hypoxanthine(II 經路)가 I 經路和 共存하여 AMP에서 分岐하여 같은 生成物인 inosine으로 되는 두가지 分解經路가 어떤 均衡을 이루고 있다고 推定하고 있다. 本實驗에 있어서 진주담치의 ATP 主分解經路는 그 分解生成物로 미루어 볼때 I 經路인 ATP→ADP→AMP→adenosine→inosine→hypoxanthine이라고 할 수 있다.

또 新井²⁾은 가리비에 있어서는 inosine, hypoxanthine이 많이 生成되나, 피조개 및 전복에 있어서는 inosine, hypoxanthine이 生成되지 않든가 또는 顯著하게 生成되지 않아, 關聯酵素系의 缺如 또는 劣化에 起

因하는 結果라고 推定하고 있는데, 진주담치에 있어서는 生体試料에서도 이들 成分이 認定되었고, 乾燥過程중에 는 많이 增加하여, 特히 熱風乾燥에 있어서는 inosine의 경우 生体때의 8倍量으로 增加하는데 比하여 煮熱熱風 乾燥에 있어서는 2倍量 未滿으로 增加하는데 不遇한 点으로 볼때, 關聯酵素系의 活性은 微弱하다고는 할수 없다.

要 約

진주담치의 乾燥中の nucleotides의 變化를 알기 위하여 生体試料, 熱風乾燥試料 및 煮熱熱風乾燥試料에 對하여 分析檢討하였다.

1. ATP 含量은 8.2μ moles/g (dry basis)로서 높았고, 乾燥後의 殘存率도 30% 以上으로 많았다.
2. ADP 및 AMP는 乾燥中에 蓄積되는 結果를 보여 nucleotides總量(ATP+ADP+AMP)으로 볼때는 乾燥中에 크게 減少하지 않았다.
3. 分割物中 UMP 및 adenosine이라고 推定되는 成分이 있었으나 同定하지 못하였다.
4. IMP의 生成은 볼 수 없어 AMP deaminase 活性은 없다고 보며, inosine 및 hypoxanthine 含量은 乾燥中에 增加하므로 adenosine deaminase 活性은 있다고 볼 수 있다.
5. 진주담치의 ATP 主分解經路는 그 分解生成物로 부터 볼때 ATP→ADP→AMP→adenosine→inosine→hypoxanthine이라고 推定된다.

文 獻

- 1) 中島宣郎・市川恒平・鎌田政喜・藤田榮一郎 (1961): 5'-리보ヌクレオチド의 食品化學的研究 (第2報). 食品中の5'-리보ヌクレオチドについて(その2). 魚貝肉および食品中の5'-리보ヌクレオチド. 日農化會誌, 35, 803~808.
- 2) 新井健一 (1960): 水産無脊椎動物筋肉中の酸可溶核酸成分 I. 貝類筋肉中の酸可溶核酸成分に及ぼす貯藏溫度の影響 2. 日北大水産彙報, 11, 67~72.
- 3) 新井健一 (1961): 水産無脊椎動物筋肉中の酸可溶核酸成分 II. 貝類筋肉中の酸可溶核酸成分に及ぼす貯藏溫度の影響 2日. 北大水産彙報, 11, 225~229.
- 4) Arai, K. and T. Saito, (1961): Changes in adenine nucleotides in the muscles of some marine invertebrates. Nature, 192, 451~452.
- 5) 鴻巢章二・藤本健四郎・高島良子・松下輝子・橋本芳郎 (1965): アサリのエキス成分ならびに蛋白質のアミノ酸組成. 日水誌, 31, 680~686.
- 6) 毛利威徳・橋田 度・志賀岩雄 (1968): 食品中の核酸成分に関する研究—VI. 水産食品の加工に伴う核酸成分の消長. 日東洋食品短大研究報, 8, 193~205.
- 7) 毛利威徳・橋田 度・志賀岩雄 (1968): 食品中の核酸成分に関する研究—X. クルマエビの冷凍における5'-ヌクレオチドの消長. 日東洋食品短大研究報, 8, 241~249.
- 8) 毛利威徳・下田吉夫・橋田 度(1968): 食品中の核酸成分に関する研究—VII. クルマエビの冷凍乾燥における5'-ヌクレオチドの消長. 日東洋食品短大研究, 8, 250~257.
- 9) 朴榮浩・李應昊 (1972): 수산식품의 가공 및 보장중의 핵산관련물질의 변화에 관한 연구. IV. 왜문어의 천일건조 및 저장중의 핵산관련물질의 변화. 한국식품과학회지, 4, 317~321.
- 10) 李應昊・朴榮浩 (1971): 水産食品의 加工 및 保藏中の 核酸關聯物質의 變化에 關한 研究. I. 마른멸치 製造過程中的 核酸關聯物質의 變化. 韓水誌, 4, 31~41.
- 11) Volkin, E. and W.E. Cohn (1954): Methods of biochemical analysis Vol. I (Glick, D. ed.) Interscience Publishers, p. 287.
- 12) 新井健一・齊藤恒行 (1963): 아데닌, 히포키산틴, 아데노신およびイノシンのイオン交換クロマトグラフィーによる定量法について. 日水誌, 29, 168~173.
- 13) 新井健一 (1966): 海産無脊椎動物筋肉中のヌクレオチド. 日水誌, 32, 174~180.