

マアジ塩乾品の品質に及ぼす原料鮮度と乾燥条件の影響

誌名	中央水産研究所研究報告
ISSN	09158014
著者名	飯田, 遙 中村, 弘二 徳永, 俊夫
発行元	水産庁中央水産研究所
巻/号	5号
掲載ページ	p. 1-8
発行年月	1993年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



マアジ塩乾品の品質に及ぼす原料鮮度と乾燥条件の影響

飯田 遙^{*1}・中村弘二^{*1}・徳永俊夫^{*2}

The Effect of Freshness of Raw Material and Drying Methods on the Quality of Salted and Dried Jack Mackerel

Haruka IIDA^{*1}, Koji NAKAMURA^{*1}, and Toshio TOKUNAGA^{*2}

Abstract: Mechanical drying with low temperature air or high temperature air and natural drying under the sun were compared to evaluate the product quality of salted and dried jack mackerel using the raw materials differing in freshness.

Levels of several kinds of carbonyls such as ethanal, propanal and pentanal produced during drying process of the materials were higher in the high temperature air drying and natural drying than in the low temperature air drying.

IMP level remarkably decreased during drying process, however, it remained relatively high in the products dried by the low temperature air.

In addition, speed of aldehyde formation and IMP breakdown in the products were slower when the fresh materials were used.

From these results, it can be concluded that freshness of the raw material and low temperature treatment are very important to prepare high quality products.

魚介類の塩乾品としてマアジ、マサバ、マイワシ等を用いた各種製品があるが、それらの生産量はこのところほぼ安定的に推移している。しかし塩乾品の品質は最近の消費者の嗜好の変化に対応するため、多少貯蔵性を犠牲にしても、低塩でしかも水分の多い製品となってきている。

水産加工品の品質に直接かかわる最も重要な要因は原料の鮮度であり、塩乾品でも原料鮮度の良否が製品の品質や貯蔵性に大きな影響を与えることが明らかにされている¹⁾。また、これら製品の品質は乾燥方法によっても変化することが示されている^{2,3)}。一般に魚介類を乾燥するた

1992年9月18日受理 中央水産研究所業績A第20号

^{*1} 中央水産研究所 〒104 東京都中央区勝どき5-5-1 (National Research Institute of Fisheries Science, 5-5-1, Kachidoki, Chuo-ku, TOKYO 104, Japan)

^{*2} 財団法人 日本冷凍食品検査協会 〒105 東京都港区大門2-4-6 (Japan Frozen Foods Inspection Corp., Shida-daimon, Minato-ku, TOKYO 105, Japan)

めには、天日乾燥と機械乾燥あるいはその両者の組み合わせによる方法がとられている。この天日乾燥と機械乾燥が乾燥品の品質にどのような影響を与えるかについて比較検討した例はある^{3~5)}が脂質の酸化を主体としたものであり、鮮度と乾燥法が製品の品質におよぼす影響については必ずしも明確な結果は得られていない。

そこで、塩乾品の原料として最も多く用いられているマアジを原料とし、その鮮度変化並びに乾燥方法（低温除湿機械乾燥、温風循環機械乾燥、天日乾燥）の製品品質に及ぼす影響を明らかにするため、脂質関連の指標として揮発性カルボニル類および過酸化物質価（POV）、鮮度あるいは呈味性関連の指標として核酸関連物質および遊離アミノ酸を測定し、興味ある結果が得られたので報告する。

試料および実験方法

試料魚：東京都中央卸売市場で購入した生鮮な刺身用マアジ（平均体重約100g，長崎県唐津産）を用いた。

鮮度別試料魚の調製法：鮮度別試料として、購入直後（鮮魚試料）および水蔵して鮮度を低下させたマアジを用いて塩乾品を製造し、比較した。水蔵は水の融解水が速やかに排出されるように底部に水切り穴をあけた発砲スチロール製の箱に、十分な砕氷とともに原料魚を入れ、4日間水蔵（鮮度低下試料）した。水蔵前の鮮度は色沢も良好で、外観的には極めて鮮度の良い状態であった。鮮度低下試料は若干生ぐさ臭が感じられたが、まだ十分食用可能な状態であった。

塩乾品の製造法：マアジは頭部を含めて腹開きとし、流水で手早く汚れを落とした後、十分に氷冷した10%食塩水中に15分間浸漬した。浸漬したマアジは金網籠に列べ、真水に短時間浸漬することにより表面の塩分を除去した。金網籠上で水切りした後、低温除湿乾燥機（田葉井製作所製 PR-2A型、設定温度20℃、設定湿度44%：低温機械乾燥）、温風循環乾燥機（植木理化機器製作所製 設定温度48℃：高温機械乾燥）、天日乾燥（品温29~38℃）の3種の方法で、最終製品水分量として約60%を目標に乾燥した。

分析方法：各試料とも3尾分の普通肉部分を採取し、細切・混合したのち分析に供した。水分は105℃で恒量になるまで乾燥して測定した。カルボニル化合物は試料を40℃で加温し、発生するヘッドスペースガスをコールドトラップしてガスクロマトグラフィー（GLC）分析⁶⁾を行った。IMP比は藤井ら⁷⁾の方法に準じた酵素法を用いて測定した。POVは尾崎らの方法⁸⁾に従って測定した。遊離アミノ酸はトリクロール酢酸（TCL）抽出物について、TCLをエーテルで除去した後、日立アミノ酸アナライザー835型を用いて測定した。

結果と考察

原料魚の製造工程中の水分変化：原料魚の水蔵、塩漬処理および各乾燥法による乾燥後の水分量をTable 1に示した。鮮度低下試料は前記のように出来るだけ氷の融解水を排除するように配慮して水蔵したが、4日後には吸水とみられる水分の若干の増加があった。この試料を10%塩水に浸漬しても、水切り後の水分は塩漬前とほとんど変わらなかった。

Table 1. Changes in moisture content during the process from salting to drying (%)

Raw material	Sample No.	Before salting	Immediately after salting for 15 min.	Drying condition	Drying time		
					3 hr. 50min.,	7 hr. 30min.,	13hr.
Fresh	1	72.45					
	2		73.10				
	3						
	4			Mechanical drying by air of 44% humidity at low temperature (20°C)		70.08	59.23
	5			Mechanical drying by air at high temperature (48°C)	64.51		
	6			Drying under the sun	64.33		
	7					61.99	
	8						
Stored in ice for 4 days.	9	73.98					
	10		73.62				
	11			Mechanical drying by air of 44% humidity at low temperature (20°C)		66.04	61.75
	12			Mechanical drying by air at high temperature (48°C)	67.46		
	13			Drying under the sun	67.37		
	14					62.04	
	15						63.66
	16						

最近の塩乾品は多水分化しており、また、乾燥時間もきわめて短時間で（例えば、重油バーナー利用の温風乾燥の場合、初温度40°C、終温度36°Cで30分、うらかえして5分、合計30~35分）乾燥されているので、本実験が実態とそぐわない面もあるが、乾燥方法が品質に与える影響の違いを検討するために、製品の水分量をほぼ一定にしたときの品質を比べた。乾燥時間も一定とすることが望ましかったが、低温機械乾燥では湿度40%が装置の限界であったので、他の乾燥方法より長時間を要した。本実験での乾燥条件では、水分が64~68%に達するのは低温機械乾燥で8時間前後、高温機械乾燥と天日乾燥で3~4時間であった。すなわち、乾燥方法別の水分現症速度は、低温機械乾燥で最も遅く、次いで天日乾燥、高温機械乾燥の順であった。本実験では天日乾燥は低温と高温機械乾燥の中間的な乾燥速度であったが、天日乾燥では気温、温度、風速等の天候条件によって乾燥速度が大きく変わることが容易に想像できる。

それらの時点での品質を脂質並びに ATP 関連化合物の変化の面から比較検討した。

カルボニル化合物と POV の変化: 脂質の変化の指標として主として脂質成分の酸化分解によって生成するとみられるカルボニル化合物と POV を測定した。原料魚中および製造工程中に生成されたカルボニル化合物の構成成分を Fig. 1 に示した。なお、同一試料の POV の値を図中に括弧で示した。原料魚に存在し、さらに塩漬処理、乾燥工程を通じて生成するカルボニルは主としてエタナル、プロパナル、ペンタナルの3種であった。他の成分はきわめて小さなピークとしてしか認められなかったので定量はできなかった。

鮮魚試料 (Sample No. 1: 以下同じ) にもエタナールを初めとして3種のカルボニルが検出されたが、これを15分間塩漬した試料 (No. 2) では更にいくぶん増加する傾向にあった。

乾燥中の変化は乾燥法で異なり、低温機械乾燥 (No. 4) でのカルボニルの生成量は小さく、高温機械乾燥 (No. 6) ではその増加が大きかった。また天日乾燥 (No. 7) では機械乾燥 (No. 3 および No. 5) に比べてカルボニルの増大が著しかった。例えば低温での機械乾燥を13時間行った場合 (No. 4) と高温での機械乾燥の3時間50分 (No. 5) での POV, カルボニル量は共に同程度であるが、高温の場合には乾燥を続ける (No. 6) と POV, カルボニル量ともに急激な増大が観察された。いずれの場合でもカルボニルの増加割合はペンタナール, プロパナールで大きく、エタナール量では比較的小さかった。

ここでの3種のカルボニルの沸点はエタナールが21°C, プロパナールが49°C, ペンタナールが102~103°Cと低く、エタナールはとくに低いため生成する一方で、乾燥中に水分とともに揮散する量が大いと思われる。ここで示した値は乾燥後の肉中に残留していた量であり、実際にはもっと多量のエタナールあるいはプロパナールの生成があったと思われる。

鮮度低下試料 (No. 9) では鮮魚試料 (No. 1) に比べペンタナールの増大がみられ、氷蔵中における脂質成分の酸化の進行が推測された。塩漬中 (No. 10) にもプロパナールの増大があり、カルボニルの総量は若干増大した。乾燥中の変化は鮮魚試料の場合とほぼ同様で、カルボニルの増加量は低温機械乾燥 (No. 11, 12), 高温機械乾燥 (No. 13, 14), 天日乾燥 (No. 15, 16) の順に大きくなった。天日乾燥では強い紫外線の影響で脂質の酸化が進行することはよく知られており³⁾、実際の製品づくりに際しては“かげぼし”とされることが多い。しかし本実験の場合、6月中旬の強い日光の下においたので、品質もかなり上昇し、脂質の劣化が急速に進んだものと思われる。POV もとくに長時間乾燥した天日乾燥 (No. 8 および18) では60~70meq/Kg oil と高い値を示し、脂質劣化の著しいことが認められる。

鮮度低下試料を各種条件で乾燥したときの官能検査の結果では、生原料ではわずかに“生ぐさ臭”を感じるがまだ十分に食用として可能であった。これを乾燥すると、低温機械乾燥では7時間20分まで色沢、香りともに良好であったが、12時間後にはわずかに“油やけ臭”が感じられている。高温機械乾燥では3時間50分まではとくに異臭は感じられなかったが魚体表面や皮下脂肪層がいく分黄変し色沢は不良となり、更に7時間30分まで乾燥すると、明らかな“油やけ臭”の発生、黄変の進行がみられ、肉質のパサツキも目立つようになった。

天日乾燥では高温機械乾燥と同様な変化がみられたが長時間の乾燥後の変化は、高温機械乾燥に比べ、いくぶん“油やけ臭”が強く、肉質のパサツキが著しかった。これらの官能評価の結果はカルボニル量, POV とよく一致している。

以上の結果から塩乾品の製造工程における脂質の劣化はかなり急激に進行することがわかる。高い温度での乾燥、とくに直射日光下で高温にさらすことによる脂質劣化はきわめて著しい。天日乾燥法による実際の製造工程は、前述したように直射日光を避け、風通しの良い日陰で行われることが多いが、製造業者によっては日光にさらすこともある。このような場合には比較的短時間でも脂質の酸化に伴う製品の“油やけ”の進行が促進されるので注意すべきである。

低温機械乾燥での脂質の変化は乾燥時間が7時間30分でも13時間でもほとんど差がみられないが、高温乾燥での乾燥が長時間に及ぶ場合は脂質の劣化が明かとなる。従って高温での乾燥

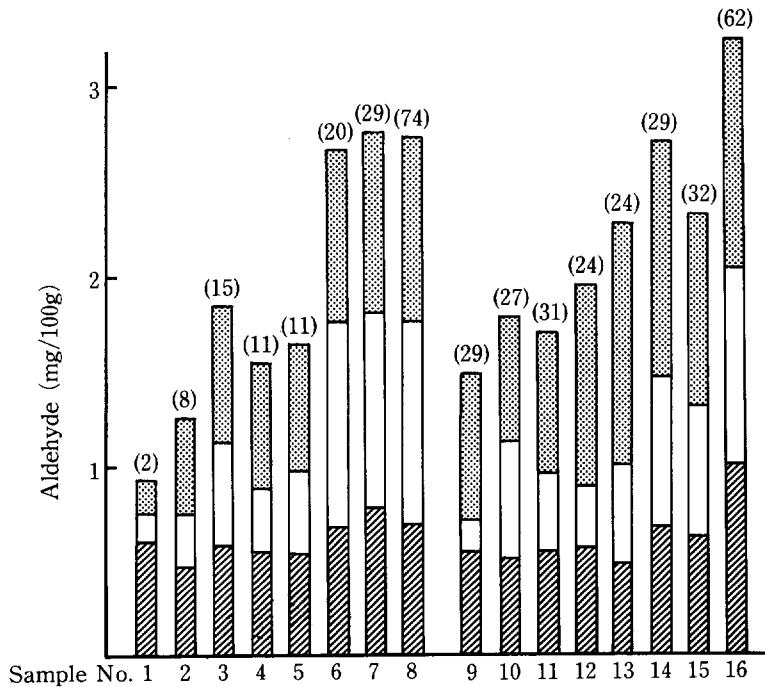


Fig. 1. Changes of aldehyde compounds and POV in jack mackerel muscle during salting and drying.

Sample No. : refer to table 1.

(): POV (•••): pentanal (□): propanal (▨): ethanal

を行う場合には製品水分量との兼ね合いを考慮し、乾燥時間を最短に設定する事が必要である。

IMP 比の変化: 魚肉中の核酸関連成分全体に占めるイノシン酸 (IMP) の割合 (IMP 比) をもって鮮魚の生きの良さあるいは乾燥品の品質を推定しようとする研究は多く^{9,10)}、有用な指標として広く用いられている。また同時に IMP は強いうま味成分でもあり、微量に含まれるグルタミン酸との共存下で相乗的に呈味を高めることが知られている¹²⁾。IMP が更に分解しイノシン (HxA)、ヒポキサンチン (Hx) となると、呈味は全く失われる。従って塩乾品のような加工品でも鮮度あるいは呈味性からみて、IMP 比の高いものほど品質がよいといえる。

原料鮮度別の各乾燥法で得られた塩乾品の IMP 比の変化を Fig. 2 に示した。原料魚の IMP 比は購入時で 83% であった。この数値はマイワシを 0°C に貯蔵した場合⁹⁾の 3~4 日後の測定値に相当し、官能的にはとくに劣化は感じられなかったものの、鮮魚としてはやや品質低下の兆候がみられ初めたものと推察できる。このことは、カルボニル化合物の項でふれたように、購入時の試料から各種アルデヒドが微量ながら検出されたことから裏付けられる。塩漬中に IMP 比は若干低下するが、これを乾燥すると、更に低下が進行する。しかし、その変化は乾燥温度と時間により大きく影響され、低温機械乾燥では 7 時間 30 分まではほとんど低下しなかったし、13 時間後でもわずかな低下にとどまっている。しかし高温機械乾燥での変化は著しく、3 時間 50 分後で 47.4%、7 時間 30 分後では約 20% となり、天日乾燥でも高温機械乾燥とほぼ同

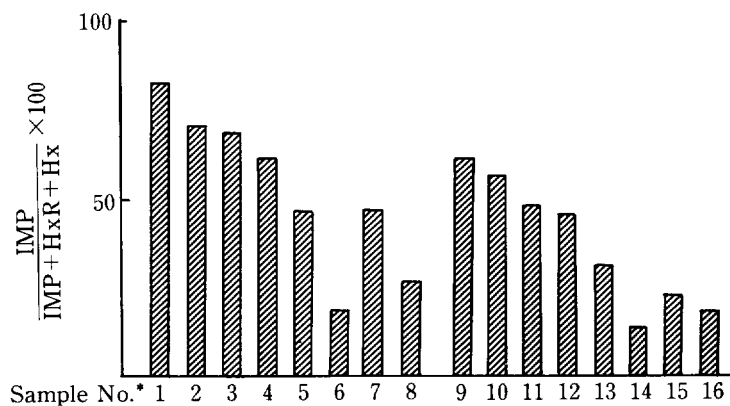


Fig.2. Changes of IMP ratio in jack mackerel muscle during salting and drying.
Sample No.*: refer to table 1.

じ変化を示した。

鮮度低下試料では原料のIMP比は62.1%まで下がり品質劣化の進行がうかがわれた。塩漬あるいは低温機械乾燥中のIMP比の低下割合は鮮魚試料の場合と同様に小さかったが、高温機械乾燥と天日乾燥ではIMP比の著しい低下がみられている。鮮度低下試料を用いた製品でのIMP比は全般的に鮮魚試料を用いた製品と比べ低いレベルにあったが、特に3時間50分後の高温機械乾燥で32%、天日乾燥ではわずか23%となり、長時間の高温下における乾燥は製品の品質、呈味性を著しく劣化させることがわかった。本来、IMPからHxRへの変化はヌクレオチダーゼによる分解によるが、この酵素の至適温度は37~55℃であり¹³⁾、通常の高温乾燥温度にはほぼ相当している。従って、IMPの分解が急速に進行したと思われる。また、20℃前後での本酵素の活性は至適温度での活性よりかなり低いため、低温機械乾燥の場合はIMPが乾燥中も安定に保持されたものと考えられる。更に本実験での天日乾燥では品温の上昇が激しく29~38℃の範囲にあり、高温機械乾燥の場合と同様にIMPの分解が促進されたものと思われる。このように製品中のIMP存在量(率)は乾燥温度に大きく影響され、乾燥温度が低温であるほど美味な製品づくりが可能と考えられる。従って、作業効率との関係を配慮しながら、乾燥温度の上昇は出来るだけ抑制すべきである。

遊離アミノ酸の変化: 食味にかかわる成分として各種遊離アミノ酸の量と組成が重要であることはよく知られており、くん製品¹⁴⁾やかつお節製造工程での変化¹⁵⁾が調べられている。しかし塩乾品についてはまだその検討例をみないので分析を試み、Table. 2の結果を得た。

鮮魚試料の場合、各種乾燥法による乾燥後のアミノ酸量には、脱水ともなう濃縮により生原料に比べ幾分かの濃度の上昇がみられた。個々のアミノ酸ではヒスチジン、タウリン、リジン等が多く存在し、呈味にかかわるものとしてグルタミン酸、アラニン、グリシン等が比較的

Table 2. Free amino acids composition (mg/100g)

Sample No. *	1	4	6	8	9	12	14	16
Moisture(%)	72.45	59.23	55.47	61.99	73.98	61.75	62.04	63.66
Tau	156.9	173.2	203.1	202.5	154.2	103.2	118.2	95.2
Asp	1.0	1.5	3.8	3.5	5.8	3.7	4.4	5.0
Thr	8.9	11.6	16.3	14.7	14.6	11.0	12.2	11.0
Ser	8.8	9.1	15.4	15.5	13.1	8.6	12.1	9.6
Glu	20.3	18.1	23.3	26.3	29.5	19.4	25.0	20.4
Gly	18.2	16.1	21.8	19.7	19.6	10.6	14.6	10.3
Ala	25.0	23.4	37.1	33.5	27.4	19.5	28.5	24.9
Val	7.1	7.5	11.6	12.6	12.0	8.9	12.3	11.8
Cys	2.7	2.9	2.9	4.3	3.1	1.1	1.4	-
Met	2.8	3.8	5.9	6.2	8.4	8.3	10.9	10.8
CysThi	1.0	1.0	1.9	1.8	2.3	1.6	1.8	1.8
I-Leu	7.2	7.6	12.5	12.5	9.3	7.1	8.9	9.2
Leu	7.4	7.6	15.3	17.4	14.8	11.6	17.0	17.8
Tyr	4.4	6.7	13.4	12.6	7.6	8.6	12.4	12.1
Phe	3.4	5.3	10.1	9.8	8.2	7.3	10.9	10.4
Et-NH	0.4	0.5	0.6	5.4	0.8	0.7	0.8	0.7
Orn	8.5	12.1	13.1	14.1	11.2	6.4	5.2	7.5
Lys	35.6	38.5	47.6	46.5	34.5	28.6	33.6	36.7
His	442.9	469.9	472.9	439.8	305.4	252.6	281.6	215.1
3 M-His	+	+	-	-	2.9	1.8	2.0	4.5
Arg	7.9	9.5	15.8	18.3	12.2	12.6	15.5	16.3
Total	770.4	825.9	944.4	917.0	696.9	533.2	629.3	531.5

Sample No. *: refer to table 1.

多く検出された。鮮度低下試料では、鮮魚試料と比較して、生原料でのヒスチジンの減少が目についたが他のアミノ酸はタウリンを除いて若干増加する傾向にあった。

乾燥中の変化をみると、鮮魚試料、鮮度低下試料ともに乾燥方法による相違はほとんど認められなかった。これは原料魚の前処理から乾燥終了までの時間が比較的短く、従って自己消化酵素や微生物作用による遊離アミノ酸の生成や分解がそれほど進まなかったためと思われる。

以上のように、マアジ塩乾品の品質に与える原料鮮度と乾燥方法（低温機械乾燥、高温機械乾燥、天日乾燥）の影響について検討したところ、塩漬後の乾燥中に各種カルボニル化合物の生成とPOVの上昇が見られたが、いずれの成分の上昇も低温機械乾燥で小さく、高温機械および天日乾燥で大きかった。IMP比も乾燥によって低下するが、低温下での乾燥では比較的安定に保たれた。また、これらの変化は原料鮮度が良い場合は小さかった。従って、良好な品質の塩乾品をつくるためには、鮮度の良い原料を選び、作業効率との関係を考慮しながら20～25℃前後の低温で乾燥することが望ましい。

文 献

- 1) 中村邦典・石川宣次・篠崎和夫・山口安男・杉山豊樹・住谷勇・山野玄三: マイワシの乾製品に関

- する研究-Ⅲ. 品質におよぼす原料鮮度・冷凍貯蔵温度の影響. 東海水研報, No. 102, 77-84 (1980).
- 2) 田辺伸: 煮干シワシの油焼け防止-X 乾燥方法. 千葉水試研報, No. 49, 63-66 (1991).
 - 3) 田辺伸: 煮干シワシの油焼け防止-VI 天日乾燥について. 千葉水試研報, No. 46, 57-64 (1988).
 - 4) 坪内寿彦・松井完二・日下兵衛・太田静行・上村俊一: サンマ干物及びくん製品製造の際の脂質構成脂肪酸の変化. 油化学, 34, 563-567 (1985).
 - 5) 宅野雅巳・太田静行: 浸透圧脱水による魚類干物製造の際の脂質変化. 油化学, 39, 409-413 (1990).
 - 6) 飯田遙・中村弘二・徳永俊夫・三輪勝利: 食品の臭気の捕臭法の検討. 東海水研報, No. 93, 87-94 (1978).
 - 7) Yutaka Fujii, Katsuo Shudo, and Kunisuke Nakamura: Relation between the quality of canned fish and its content of ATP-breakdown-Ⅲ. ATP-breakdowns in canned albacore and skipjack in relation to the organoleptic inspection. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 39, 69-84 (1973).
 - 8) 尾崎直臣・山田恵子: 食品中脂質の過酸化価測定報. 栄養と食料, 21, 89-93 (1968).
 - 9) 中村邦典・藤井 豊・石川宣次: マイワシの乾製品に関する研究-I 塩乾品の製造および貯蔵中の成分の変化. 東海水研報, No. 95, 75-84 (1978).
 - 10) 中村邦典・石川宣次・和田 卓・柘植喜代司・長谷川 薫・原田雄四郎: 外国産マアジ開き干し原料の品質について. 東海水研報, No. 104, 91-96 (1981).
 - 11) 中村邦典・石川宣次: 魚類乾製品の品質に関する研究-I マアジ開き干しの貯蔵性におよぼす水分活性の影響. 東海水研報, No. 110, 69-74 (1983).
 - 12) 小俣靖・江口祝: ウニのエキス成分に関する研究-II. スクレオチドおよび有機塩基. 日水誌, 28, 623-629 (1962).
 - 13) Yasuhiko Anraku: A new cyclic phosphodiesterase having a 3'-nucleotidase activity from *Escherichia coli* B., *J. Biol. Chem.*, 239, 3412-3419 (1964).
 - 14) 木田健治・田元 馨: 水産物の呈味成分に関する研究 I くん乾によるエキシアミノ酸の変化について. 北水試月報, 24 (9), 44-51 (1967).
 - 15) 鴻巣章二・橋本芳郎: かつお節製造中の遊離アミノ酸の変化. 日水誌, 25, 307-311 (1959).