

5'-ヌクレオチド類による罐詰食品の風味改良*—IX

5'-ヌクレオチド類を添加した水産罐詰の試作実験—3

毛利 威徳・寺田 潤子・橋田 度
後藤 泰治**・斎藤 勲**

Flavor Improvement of Canned Foods with 5'-Nucleotides - IX

Experimental production of 5'-nucleotide-added canned sea foods - III boiled oyster and oyster soup

TAKENORI MOURI, JUNKO TERADA, WATARU HASHIDA,
YASUHARU GOTO** and ISAO SAITO**

Effects of 5'-ribonucleotides on enhancing taste of canned oyster were investigated. Nucleotides were added separately or in combination to the oyster soup or the brine for boiled oyster at the varied concentrations. The sterilized cans were stored for 6 months at room temperature, and were opened at the scheduled time for sensory tests and the determination of remaining 5'-nucleotides.

More than 60% of tasters preferred boiled oysters with added 5'-IMP or 5'-GMP after 45 to 210 days of storage (Table 1), though the results from the ranking test indicated no significant difference at the 5% level (Table 2). The effect of addition of 0.04% or 0.08% Ribotide was recognized from the result of the scoring examinations (Table 3). When nucleotides was added to the oyster soup the effect was not noticed clearly (Tables 4 and 6). Canned boiled oyster and oyster soup showed retentions of 58 to 61% and 57 to 60% respectively of added nucleotides during storage for 236 days and 119 days. (Tables 7 and 8)

は じ め に

かきは著者らが醗酵工学雑誌¹⁾に発表したように、生肉および煮沸肉での5'-ヌクレオチドは5'-AMP, 5'-UMP が主体であって、旨味成分である5'-GMPはほとんど見出されない。このような食品に対して新しく5'-IMP または 5'-GMP を添加した場合に、かき本来の風味にどのように適応して旨味を発揮するかは興味深いことと考えられる。

* 缶詰時報 VOL. 45, No. 12, 717 (1966) 所載

** 青旗缶詰株式会社

本城では 5'-IMP, 5'-GMP あるいは 5'-リボスクレオチドナトリウム (リボタイド) を添加したかき水煮缶詰およびかきスープ缶詰を試作した結果について報告する。これらの缶詰を半年間にわたって室温に保存し、適宜開缶して旨味増強の効果を官能検査によってくらべた。なお、同時にこれらの缶詰について酵素法によって 5'-ヌクレオチド類を測定し、肉詰時に添加した核酸系調味料の残存率を求めた。

実 験 の 部

1 実験方法

缶詰は青旗缶詰株式会社のご好意において昭和39年4月30日に試作したものである。かき水煮は C エナメル果実7号缶に肉詰量 200g (M および S サイズ), 注入液 (食塩1缶当り 2g を含む) 50 g, かきスープは H.D. 白7号缶に内容量 290g であった製造法は常法により、核酸系調味料はかき水煮では注入液に添加し、かきスープではスープ自体に添加した。調味料の添加量は、缶詰全内容量当り次表の濃度になるように計算した。

核酸系調味料の添加区分は、かき水煮およびかきスープとも次の6種類であった。

かき水煮の場合は

缶詰記号	添 加 物	備 考
(0)	無 添 加	対照 (常法による缶詰)
(1)	5'-IMP 0.04%	5'-IMP は武田薬品提供
(2)	5'-GMP 0.04%	5'-GMP は武田薬品提供
(3)	MSG 0.1%	対照 (MSG による調味を行なった場合)
(4)	リボタイド 0.04%	リボタイドは武田薬品提供, 5'-IMP および 5'-GMP を含 有し, その比率は 50:50
(5)	リボタイド 0.08%	

かきスープの場合は

缶詰記号	添 加 物	備 考
(0)	無 添 加	対照 (常法による缶詰)
(1)	5'-IMP 0.01%	5'-IMP は武田薬品提供
(2)	5'-GMP 0.01%	5'-GMP は武田薬品提供
(3)	MSG 0.05%	対照 (MSG による調和を行なった場合)
(4)	リボタイド 0.01%	リボタイドは武田薬品提供, 5'-IMP および 5'-GMP を含 有し, その比率は 50:50
(5)	リボタイド 0.02%	

1-1 食味試験

これらの缶詰は室温に保存し、おおよそ1カ月、3カ月、6カ月後に開缶した。かき水煮では二つに分割して(縦割り)食味試料とし、かきスープでは等量の水で稀釈して試料とした。食味試験は前報^{2,3)}に準ずるがその概要は次のとおりである。

- (i) 2点撰択嗜好試験 任意に符号をつけた2個ずつ1組の試料をならべ、どちらを美味と感じるかを問うた。
- (ii) 順位法 任意に符号をつけた3個1組の試料について最も美味と感じられたものを1位、次を2位、最も劣るものを3位と評価した。
- (iii) 食研法 (本報において食研法と仮称する)

検査法は食糧庁により定められた「米の食味試験実施要領」(昭和35年7月4日付35食糧第4190号および昭和36年10月28日付36食糧第5391号)に準じた。すなわち、Fig. 1のように試料を配置するが、常法としては従来の調味法による品質良好なものを標準品⑤とし、任意の順序(検査員1名あてについて順序配列をかえてある)に配列した試料④③②について、それぞれ④は⑤に比べて

美味かどうか、③は⑤に比べて美味かどうか、②は⑤に比べてどうかと質問し、その良否の割合によって Fig. 1 下部に示す書式に該当するところに ④、③、② を書かせた。

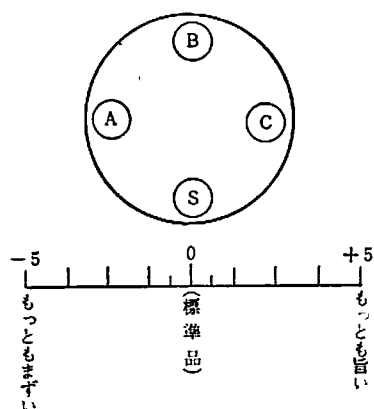


Fig. 1

評点は最少限24人のものについて集計した。各人の評価の平均を求めた。次に各人の評価のばらつき(範囲)、グループごとのばらつき(範囲)を計算して標準偏差を求め、5%有意水準で平均値 \bar{x} の分布する範囲を規定した。各試料について、その平均値の範囲が0の上にあるか、下にあるか、あるいは0をまたいでいるかによって有意性をしらべ、かつ標準品⑤との優劣を判定した

1-2 残存5'-ヌクレオチド量の測定

製造1カ月、3カ月、6カ月後に開缶したかき肉または液汁、スープについて残存する5'-ヌクレオチド量を5'-ヌクレオチダーゼを使用する酵素法⁴⁾によって測定した。

2 実験結果

2-1 食味試験の結果

(i) かき水煮缶詰

5'-IMP 0.04%を添加した(1)缶、5'-GMP 0.04%を添加した(2)缶をそれぞれ無添加対照の(0)缶と比較して2点撰択嗜好試験を行なった結果は Table. 1 のごとくである。すなわち、45、96 および210日後の開缶結果で、おおむね60%以上の方が5'-IMP または5'-GMP 添加の方が無添加対照より美味であると判定したが、45日後開缶、5'-IMP 0.04%添加缶の場合を除いて5%水準の有意性はみとめられなかった。

なお、無添加対照の(0)缶とリボタイド0.04%添加の(4)缶およびリボタイド0.08%添加の(5)缶の3種の缶詰について順位法を行なった結果は Table. 2 のごとくでリボタイドを0.08%添加したものは最も美味、次が0.04%添加のもの、無添加対照が最も劣るという順位になったが5%水準の有意性は認められなかった。

Table 1 The effect of addition of 5'-nucleotide on canned boiled oyster.
(a paired-preference test)

Storage period (days)	No. of judgments preferring no nucleotide	No. of judgments preferring nucleotide	% of judgments preferring nucleotide	χ^2	Statistical significance
No Nucleotide (No. 0)		vs. 0.04% 5'-IMP (No. 1)			
45	8	25	76	8.8	**
96	9	15	63	1.5	--
210	11	19	63	2.1	--
No Nucleotide (No. 0)		vs. 0.04% 5'-GMP (No. 2)			
45	14	18	56	0.5	--
96	8	16	67	2.6	--
210	11	19	63	2.1	--

-- : not significant at 5% level
 * : significant at 5% level
 ** : significant at 1% level
 *** : significant at 0.1% level

Table 2 Ranking test of canned boiled oyster.
(Numbers of tasters : 15, after 45 days' storage)

	No.0 Can no Ribotide	No.4 Can Ribotide 0.04%	No.5 Can Ribotide 0.08%
Numbers of tasters who marked as the 1st.	3	3	9
Numbers of tasters who marked as the 2nd.	4	8	3
Numbers of tasters who marked as the 3rd.	8	4	3
Rank sum	35	31	24
Mean rank	2.3	2.1	1.6

MSG を 0.1% 添加した缶詰(3)を標準品として調味料無添加の(0)缶, リボタイド 0.04% 添加の(4)缶, 0.08% 添加の(5)缶を「食研法」によって評価した結果は Table 3 に示すごとくである。すなわち45日後の開缶結果では(0)缶(4)缶, (5)缶の評価平均値を $X_{(0)}$, $X_{(4)}$, $X_{(5)}$ で示すことにすれば $X_{(5)}$ が最も高く標準品に対して+の値を示し $X_{(4)}$, $X_{(0)}$ は低くて-の値を示した。 $X_{(0)}$ の信頼区間が上限, 下限ともに0より小さいため標準品(3)缶より劣るとみられた。 $X_{(4)}$, $X_{(5)}$ は信頼区間が+から-にわたって0をまたいでいるために標準品(3)缶と同程度で有意差はないとみとめられる。すなわち無添加対照の(0)缶は標準品の MSG 0.1% 添加缶(3)缶より劣るとみとめられ, リボタイド 0.04% または 0.08% 添加の(4), (5)缶は MSG 0.1% 添加の(3)缶とほぼ同程度に美味と判定された。次に $X_{(0)}$, $X_{(4)}$, $X_{(5)}$ 相互の優劣を比較した。

Table 3 Sensory test of boiled oyster stored for 45 days.
(Hedonic scaling method)

Tasters : 30

	Can No. 0 No Ribotide	Can No. 4 0.04% Ribotide	Can No. 5 0.08% Ribotide
Sum of Score (S)	-24.5	- 3.5	+10.0
Sum of Range (R)	22.5	17.0	30.5
Total Sum of R	70.0		
Mean of Range (R)	3.89		
Mean of Score (X)	- 0.817	- 0.117	+0.333
Standard variation of X	0.306		
Fiducial Limits Q (95% assurance level)	0.612		
Fiducial Limits Q (99% assurance level)	0.845		

$$X_{(4)} - X_{(0)} = 0.700 > 0.612 \quad (= 2 \times \text{標準偏差})$$

∴ (4)缶は(0)缶よりすぐれている。

$$X_{(5)} - X_{(0)} = 1.150 > 0.612 \quad (2 \times \text{標準偏差})$$

∴ (5)缶は(0)缶よりすぐれている。

$$X_{(5)} - X_{(4)} = 0.450 < 0.612$$

∴ (5)缶と(4)缶との間に有意差はない。

このように45日後の開缶分では MSG 0.1%を添加した(3)缶とリボタイド 0.04%, 0.08%を添加した(4), (5)缶との間には有意差はなかった。MSG とリボタイドの間にはもちろん旨味の質の相違はあるとしても、その旨味増強効果からみれば、MSG 0.1% に対しリボタイド 0.04%~0.08% ではほぼ同等の効果があげられることが示されている。また(4), (5)缶は無添加対照の(0)缶に対して有意差がみとめられ、無添加対照に対してリボタイドを0.04または0.08%添加する旨味増強の効果があることが明らかに認められた。

96日後の開缶結果では $X_{(0)}$ と $X_{(4)}$ が-で $X_{(5)}$ は+である。すなわち(5)缶は(3)缶同等または以上にすぐれているが $X_{(0)}$ と $X_{(4)}$ は劣っていた。しかし5%有意水準で検定すると $X_{(0)}$, $X_{(4)}$, $X_{(5)}$ いずれもその信頼区間が+より-まで0をはさんでいるために基準品(3)缶との有意差はみとめられなかった。 $X_{(0)}$, $X_{(4)}$, $X_{(5)}$ 相互間の優劣をみると $X_{(5)}$ と $X_{(0)}$ との間には有意差があった(5)缶が(0)缶よりすぐれていると判定された。すなわち45日後開缶の結果と比べて有意性はやや落ちていますがリボタイドを0.08%添加した(5)缶が最もすぐれており、リボタイド0.04%添加の(4)缶、無添加対照の(0)缶はMSG 0.1%の(3)缶にやや劣ると考えられる。

210日後の結果では $X_{(5)}$ と $X_{(4)}$ が+で $X_{(0)}$ は-であって(5)缶、(4)缶が(3)缶よりすぐれていることが示されている。しかし5%水準の検定では有意性はなかった。 $X_{(4)}$ と $X_{(0)}$, $X_{(5)}$ と $X_{(0)}$ の比較によってほぼ5%水準に近い有意差で(4)缶、(5)缶がそれぞれ(0)缶にまさっていることがみと

められた。

(ii) かきスープ缶詰

常法によるかきスープに対して 5'-ヌクレオチド類あるいは MSG を表示する濃度で添加して製造した缶詰を26日保存した後に開缶した。通常のスープ缶詰と同じく2倍に希釈して試料とした。特に調味料(5'-ヌクレオチドまたは MSG)を添加しなかった缶詰を対照として2点撰択嗜好試験を行なった結果は Table 4 のごとくである。5'-GMP の場合を除いて 5'-IMP, リボタイド, あるいは MSG を添加した場合, 53~65%の割合で美味になると判定されたが検定の結果5%水準の有意性はなかった。このように無添加対照缶詰に対して, 高い有意性での添加効果はみとみられなかった。

Table 4 The effect of addition of 5'-nucleotid on canned oyster soup. (a paired-preference test, after 26 days' storage)

5'-Nucleotide	No. of judgments preferring no nucleotide	No. of judgments preferring nucleotide	% of judgments preferring nucleotide	χ^2	Statistical significance
5'-IMP 0.01%	11	20	65	2.6	—
5'-GMP 0.01%	18	14	44	—	—
MSG 0.05%	16	20	56	0.4	—
Ribotide 0.01%	17	19	53	0.1	—
Ribotide 0.02%	15	21	58	1.0	—

このようにかきスープにおいては 5'-ヌクレオチドを添加して製造した缶詰が無添加対照に対しあまりより美味とみとめられないことについて更に吟味を続けた。すなわち市販品および常法による試作品(無添加対照の(0)缶詰に相当する)の缶詰スープに対してリボタイド, 5'-GMP を添加してその旨味効果をしらべた。その結果は Table 5 のごとく, 市販品に対してはリボタイド 0.005%の添加で著るしく旨味を増強したが, 今回の試作実験で作った缶詰(0)缶詰に対しては 5'-IMP 5'-GMP の添加効果はほとんどみとめられなかった。この結果から, かきスープにおいては製造法に

Table 5 Effect of 5'-nucleotides on the taste of commercial and trial products of canned oyster soup.

	5'-Nucleotide	No. of judgments preferring no nucleotide	No. of judgments preferring nucleotide	% of judgments preferring nucleotide	χ^2	Statistical Significance
Commercial	Ribotide 0.005%	28	14	67%	4.7	*
	Ribotide 0.01%	26	4	87	16.1	**
Trial	5'-IMP 0.01%	17	11	61	1.3	***
	5'-GMP 0.01%	13	15	46		"

* : Significant at 5% level.

** : Significant at 0.1% level.

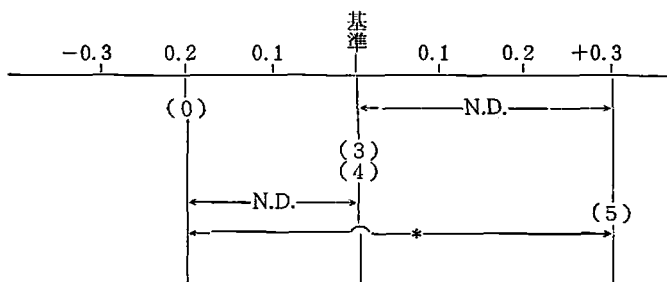
*** : Not significant at 5% level.

種々のくふうが行なわれており、いろいろな風味の長所をもったスープが製造されている現状から、一般市販品のように風味が乏しければリボタイドの添加効果があらわれるし、また今回の試作品のように天然原料からのスープ原液の抽出を入念にやった場合には無添加対照においてすでに十分に美味であり、ことさら新しく 5'-ヌクレオチドを添加する必要はあまりないと考えられる。

112日後開缶分について「食研法」による評価を行なった結果は Table 6 のごとくで平均値からいえばリボタイド 0.02%添加の(5)缶が最もすぐれ、それに次いで MSG 0.1%添加の(3)缶とリボタイド 0.01%添加の(4)缶が同点となり、無添加対照の(0)缶が最も劣るという順位にはなったが5%水準の有意性はなかった。

Table 6 Sensory test of oyster soup stored for 112 days.
(Hedonic scaling method)

	Can No. 0 No Ribotide	Can No. 4 0.01% Ribotide	Can No. 5 0.02% Ribotide
Sum of Score (S)	-5.0	0	+7.1
Sum of Range (R)	12.6	7.0	16.5
Total Sum of R	36.1		
Mean of Range (R)	2.005		
Mean of Score (X)	-0.208	0	+0.296
Standard variation of X	0.1985		
Fiducial Limits Q (95% assurance level)	0.3970		
Fiducial Limits Q (99% assurance level)	0.557		



このようにかきスープ缶詰に関しては、リボタイド添加の可能性に関連して、天然の風味に富む高価な原料からの抽出を一部省略して、リボタイド、MSGなどの調味料で代用出来る余地があるか否かについて検討する必要がある。

2-2 添加した5'-ヌクレオチドの残存率

(i) かき水煮缶詰

製造後98日、236日後の試料を開缶し、固形物と液汁に分け、酵素法によって5'-ヌクレオチド含量を測定した結果は Table 7 のごとくである。

Table 7 Retention of 5'-nucleotide in canned boiled oyster.

		Total contents per can (g)	5'-nucleotide ($\mu\text{mol}/100\text{g}$)	5'-nucleotide ($\mu\text{mol}/\text{can}$)
After 98-days storage				
No. 0 control,	solid	158	146	231)
added no nucleotide	liquid	92	150	138)
No. 1 added	solid	158	188	297)
0.04% 5'-IMP	liquid	92	214	196)
No. 2 added	solid	158	188	297)
0.04% 5'-GMP	liquid	92	224	206)
No. 4 added	solid	158	183	289)
0.04% Ribotide	liquid	92	223	205)
No. 5 added	solid	158	238	376)
0.08% Ribotide	liquid	92	272	250)
After 236-days storage				
No. 0 control,	solid	158	144	228)
added no nucleotide	liquid	92	149	137)
No. 1 added	solid	158	184	291)
0.04% 5'-IMP	liquid	92	214	197)
No. 2 added	solid	158	181	286)
0.04 % 5'-GMP	liquid	92	218	201)
No. 4 added	solid	158	181	286)
0.04% Ribotide	liquid	92	208	192)

無添加対照缶(0)において100g 当り 144~150 μmol の 5'-nucleotide が見出されたがこれは前報¹⁾のごとく、かき中に元来含まれている 5'-AMP, 5'-UMP など 5'-ヌクレオチドによるものである。対照缶に対して 5'-IMP, 5'-GMP あるいはリボチドを添加したものはその 5'-ヌクレオチドを添加したものはその 5'-ヌクレオチド量はいずれも増加している。100g 当りで比較して、いずれも液汁中の方が固形物中よりも 5'-ヌクレオチド量が多いのは調味液に添加した 5'-ヌクレオチドが液中、固形物中で均衡するまで完全には固形物中には浸透しないことを示している。製造後 236日でもなお、液中より固形物への浸透が十分ではなかった。

1缶当りの内容量(g)と 5'-ヌクレオチド量($\mu\text{mol}/100\text{g}$)とから1缶当りの 5'-ヌクレオチド量が計算される。無添加対照缶に対して各缶の差をとると製造後98日の場合は

$$(1)-(0) = 493 - 369 = 124 \mu\text{mol}$$

$$(2)-(0) = 503 - 369 = 134 \quad "$$

$$(4)-(0) = 494 - 369 = 125 \quad "$$

$$(5)-(0) = 626 - 369 = 257 \quad "$$

これはいずれも添加された 5'-ヌクレオチドがこれだけ残存していることを示している。

缶詰製造時に添加した 5'-ヌクレオチド量は1缶当り

$$(1)\text{缶で } 204 \mu\text{mol} \quad (2)\text{缶で } 207 \mu\text{mol}$$

$$(4)\text{缶で } 200 \mu\text{mol} \quad (5)\text{缶で } 400 \mu\text{mol}$$

(2)缶で $134/207 \times 100 = 65\%$

(4)缶で $125/200 \times 100 = 63\%$

(5)缶で $257/400 \times 100 = 64\%$

同様にして236日後の5'-ヌクレオチド残存率は

(1)缶で $125/204 \times 100 = 61\%$

(2)缶で $124/207 \times 100 = 60\%$

(4)缶で $115/200 \times 100 = 58\%$

これらの結果から、かき水煮缶詰でのリボタイドなど5'-ヌクレオチド類の残存率は60%以上でかなり高いこと、98~236日後の貯蔵期間において、ほとんど5'-ヌクレオチドが減少しないことより缶詰として貯蔵中は5'-ヌクレオチドはきわめて安定なことが認められた。5'-ヌクレオチドの約30%の減少は缶詰殺菌時の熱分解によると考えられる。

(ii) かきスープ缶詰

製造後26日、119日のかきスープ缶詰を開缶し、5'-ヌクレオチド量を測定した結果はTable 8のごとくである。無添加対照に元来含まれている5'-ヌクレオチド量に対して5'-ヌクレオチドを添加したスープでの5'-ヌクレオチド量はいずれも増加している。前項と同様の計算を行なった結果、製造後26日で残存率55~67%、製造後119日で残存率57~59%であった。26日より119日に至る保存中の5'-ヌクレオチドの減少はほとんど見出せなかった。

Table 8 Retention of 5'-nucleotide in canned oyster soup.

No. Additives	5'-nucleotide $\mu\text{mol/g}$			Recovery (%)
	Analysed value	Recovered value	Added amount	
After 26-days storage				
No.				
0 no nucleotide	59.8			
2 0.01% 5'-GMP	71.9	12.1	20.7	58.5
4 0.01% Ribotide	73.1	13.3	20.0	66.5
5 0.02% Ribotide	81.7	21.9	40.0	54.8
After 119-days storage				
0 no nucleotide	54.4			
1 0.01% 5'-IMP	66.5	12.1	20.4	59.3
2 0.01% 5'-GMP	66.2	11.8	20.7	57.0

考 察

食味試験によって5'-IMP、5'-GMPあるいはリボタイドの添加効果をしらべた。5'-IMP、5'-GMPともに添加効果が認められた。

かき水煮の場合とかきスープの場合とを比較した結果、かき水煮については60%以上の人が美味

と判定したが、かきスープについては有意差は認められなかった。

元来、スープ類についてはわずかな量で有意性を持つと Caulet al⁵⁾・池田⁶⁾・石井⁷⁾・Titus et al⁸⁾ らによって認められているが、今回の試作缶詰においては有意性はなかった。これは原料が持っている旨味成分が失われることなく、十分に残っていることがこのような結果になったのではないかと考える。5'-ヌクレオチド残存率測定の結果から 5'-ヌクレオチドは缶詰中では安定なものと考えられる。添加した 5'-ヌクレオチドの分解は缶詰殺菌時の加熱によって起ると考えられるが分解率は 40%以下であった。生畜肉中には 5'-ヌクレオチドを分解する酵素系が存在^{9,10)} するが、かき缶詰の場合は前処理に蒸煮工程を伴い、不活性化するのでこの点からの 5'-ヌクレオチドの分解は考慮しなくてもよいと考えられる。

要 約

5'-IMP 0.04%, 5'-GMP 0.04%あるいはリボタイド 0.04%, 0.08%を添加したかき水煮缶詰および 5'-IMP 0.01%あるいはリボタイド 0.01%, 0.02%を添加したかきスープ缶詰を試作し、製造後 6 カ月間にいわゆる「食研法」などによる食味試験を行なうとともに残存 5'-ヌクレオチド量を測定した。

かき水煮缶詰の場合 2 点撰択法では約 60%の人が 5'-IMP または 5'-GMP 添加缶詰を美味と判定し、また「食研法」によってリボタイド 0.04%または 0.08%添加の旨味効果が認められた。これらの効果はほぼ MSG 0.1%の添加効果に匹敵した。添加した 5'-ヌクレオチド系調味料はかなり安定で残存率はほぼ 60%以上であった。

かきスープ缶詰の場合は添加した 5'-ヌクレオチド類がほぼ 55%以上残存していることは認められたがその旨味効果は明らかに認められなかった。これは無添加対照缶詰ですでに十分な配慮の下に作られており、それ以上の 5'-ヌクレオチドの添加を必要としないからと考えられる。

終りにのぞみ 5'-ヌクレオチダーゼおよびリボタイドなど調味料を提供され多大のご援助を賜わっている武田薬品工業 K K の方々および発表を許可された 青旗缶詰 K K 廿日出社長、廿日出常務取締役に深謝致します。

文 献

- 1) 毛利・橋田・志賀・寺本：醱酵工学誌 43, 35 (1965)
- 2) 橋田・毛利・青山：缶詰時報 42, (3) 39 (1963)
- 3) 橋田・毛利・青山：缶詰時報 43, (1) 71 (1964)
- 4) 中島・市川・鎌田・藤田：農化 37, 558 (1963)
- 5) T.F. Caul and S.A. Raymond: Food Technol., 18, 353 (1964)
- 6) 池田・松野・高橋：農化大会シンポジウム (1961)
- 7) 石井：リボ通信 No. 27 (1965)
- 8) D.S. Titus and J.B. Klis: Food Processing, May (1963)
- 9) 戸田・中谷・石井・藤田：栄養と食糧 18, 60 (1965)
- 10) 小原・小杉・青山：農化昭和 37 年度大会講演集 P. 164 (1964)