

## しょうゆ粕微粒子等の Sludge 化に 関する予備実験\*

平田八郎\*\*・金沢昭夫\*\*\*・山縁 勉\*\*\*\*・安田恵二\*\*

### Preliminary Studies on Sludgezation of Soy Cake Particles and Yeasts

Hachiro HIRATA, Akio KANAZAWA, Tsutomu YAMAMIDORI  
and Keiji YASUDA

#### Abstract

Sludges composed of 35% of soy cake particles, 25% of dried marine yeast, 25% of dried pulp yeast and 17% of theriac were produced preliminarily in order to apply them to prawn diet. Oxidation-reduction potential (ORP) in the fermentation medium was measured once a day, and chemical composition of the sludges dried was examined at the end of each experiment. An attempt to sludge the rotifer, *Brachionus plicatilis*, which were fed with cultured *Chlorella* and raw yeast was also tried.

ORP in the tank A with non-rotary aeration was decreased sharply from +130 to -270 mV on the third day of the fermentation, and it still remained to be -230 mV on the fourth day. While in the tank B which was used with rotary aeration, ORP was measured to be from +120 to only -90 mV on the second day, and recovery of ORP was found to be faster in the tank B than in the tank A. It seems that the rotary aeration promotes higher oxidation than that of the non-rotary aeration though the air volume supplied to each tank was almost same.

Crude protein contents of the sludges produced in the tank A and B were 35.5% and 47.9%, respectively. The microorganisms might be grown well in the tank B with rotary aeration, and the higher protein content was measured in this tank. The sludge produced with the rotary aeration might be employed for prawn diet. The highest amount of crude protein was found in the rotifer cultured, and it was 66.7% with no moisture. The sludge mixed with rotifer may be good enough diet as prawn.

#### ま え が き

しょうゆ粕は古くから本邦において淡水産ミジンコ類の培養に利用されているが(藤田, 1955), 筆者らの一人, 平田は1968年にそれをクルマエビのゾエア幼生期餌料として活用する方法を開発した(平田, 1972a; HIRATA and MORI, in press). その方法は, しょうゆ粕を従来のように板塊のまま用いるのではなく, それを微粒子化することに大きな特徴をみることができる. 爾来今日では, しょうゆ粕微粒子は本邦各地で様々な用途に応用されるようになってきた.

\* 本研究の一部は日本学術振興会国際共同研究計画研究費によった,

\*\* 鹿児島大学水産学部増殖生理学研究室 (Laboratory of Propagation Physiology, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima, Japan 890)

\*\*\* 同学部水産化学研究室 (Laboratory of Fisheries Chemistry, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima, Japan 890)

\*\*\*\* 南栄糖業(株), 沖之永良部事業所 (Nanei Sugar Product Co., Wadamari-cho, Oshima-gun, Kagoshima Pref., Japan 891-91)

今回、筆者らはその方法をさらに発展せしめ、それが単に幼生期のみならず、成体期の餌料としても活用するために、しょうゆ粕微粒子などを醗酵せしめ、その Sludge 化を試みた。

クルマエビの配合餌料に関する研究はここ数年来、急速に発展してきている(弟子丸, 1967; DESHIMARU and SHIGENO, 1972; FORSTER, 1972; FORSTER and GABBOTT, 1971; KANAZAWA, SHIMAYA, KAWASAKI and KASHIWADA, 1970; KANAZAWA, TANAKA, TESHIMA and KASHIWADA, 1971a; KANAZAWA, TANAKA, TESHIMA and KASHIWADA, 1971b; KANAZAWA, TANAKA and KASHIWADA, 1972; 北林・倉田・首藤・中村・石川, 1971; 北林, 首藤・石川・中村, 1971; 北林・首藤・中村・石川, 1971a; 北林・首藤・中村・石川, 1971b; SICK, ANDREWS and WHITE, 1972; 首藤・中村・石川・北林, 1971)。しかし、Sludge diet の研究は殆んどなされていない。平田は 1971~1972 年に、しょうゆ粕微粒子液への通気量と酸化還元電位差との関係を調べていた時、たまたま、放置していた実験水槽内に、しょうゆ粕微粒子が海水不溶性の Sludge になっていることを見出した。それを 3~5 cm サイズのクルマエビに与えたところ、彼らはアサリ肉よりもその Sludge を優先的に捕食することが観察された。その後、山緑はしょうゆ粕微粒子にタイ用配合餌料を、また、安田・平田はコイ用餌料あるいはアミ類をそれぞれ混合せしめ、飼育実験は引続きおこなわれている(山緑, 私信)(安田・平田, 1973)。

本実験は予備的ではあるが、Sludge diet について、ある程度の見透しが得られたので、ここにそのあらましを報告する。

ここで、本実験に御協力をいただいた日本水産養殖研究所(株)の宮川曜輔氏に感謝する。

## 材料および方法

### 実験 I.

この実験はよりよき Sludge をつくるために、まず、通気方法の検討をおこなったものである。

2 kg の乾燥したしょうゆ粕を 2~3 時間程度浸水し、それをホモジナイザーにかけて粘泥化し、さらに、80 メッシュのポリネットをとおして、小麦殻など大形物(約 730 g)を除去した。海洋酵母とパルプ酵母の各乾物を 1 kg ずつ同上の方法で乳液化した。これらの基材を一つの容器内で混合し、さらにそこへ 560 g の糖蜜を加えた。そして十分攪拌した後、2 個のパンライト水槽(30 l 入り)にこれを等分し、それぞれ水道水を加えて 27 l とした。従って、その組成比率は、しょうゆ粕微粒子 33%、海洋酵母 25%、パルプ酵母 25% および糖蜜 17% である。そして、一方の水槽には 6 本の 1 mm 径ビニールホースで底面から通気を施こし(A 区)、また、他方の水槽には通気攪拌回転装置(平田, 印刷中)による通気と攪拌をおこなった(B 区)。各水槽への送気量は約 8 l/min を基準としたが、醗酵液の粘度が経時的に強くなるので、その通気量は 5.5~11.4 l/min の範囲で変化した。なお、本培養は 4 月 13 日から 10 日間継続し、その間、水温は大型ウォーターバスで 27.5~33.6°C に保った。

### 実験 II.

この実験の基材は糖蜜を除いたほかは実験 I と同じ率で混合したが、スターラーを使用する関係上、その容量は 1 l とした(C 区)。

シオミズツボワムシ(D 区)の培養は 30 l のパンライト水槽を用い、平田の方法(平田, 1972b)でおこなった。

実験 E 区は Sludge を乾燥する直前に、これら C 区と D 区とを等量ずつ混合したものである。

## 結果および考察

実験 I の場合，A区およびB区の各醱酵過程で酸化還元電位差を測定し，図 1 にその読取値の経日変動を示した．実験開始時はこれら両区とも +100 ~ +120 とほぼ近似した値を示したが，その

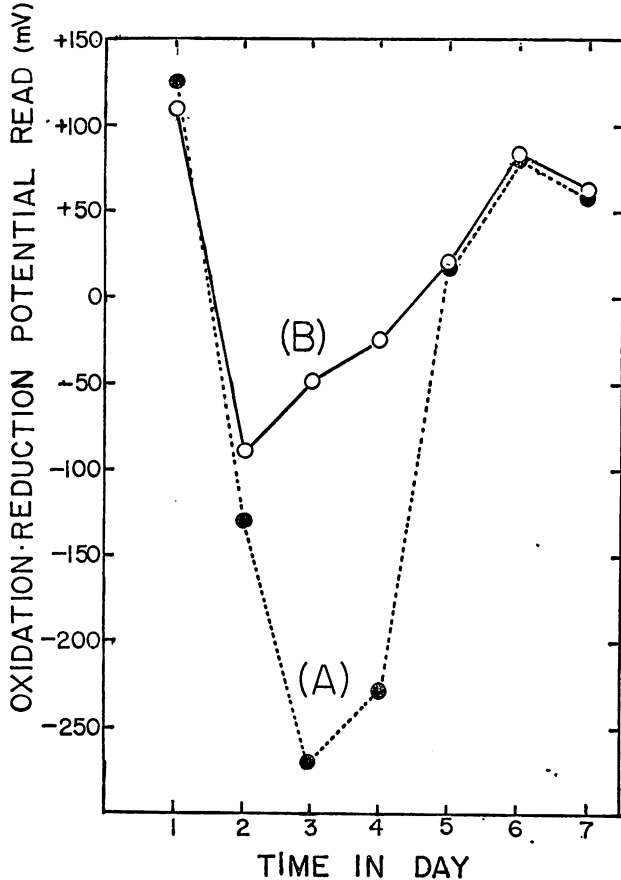


Fig. 1. Daily variation of oxidation-reduction potential (ORP) in mV read. Curve (A) shows ORP variation in tank A which was supplied air with fixed aeration, and curve (B) indicates ORP in tank B with rotary aeration.

後，これらの値は急激に降下した．しかし，その最低値および回復の様相の面で，これら両区に大きな違いがみられた．B区の酸化還元電位差は2日目の -90 を最低値として，3日目から徐々に回復したのであるが，A区のそれは3日目まで降下の一途をたどり，4日目になって若干回復したにすぎない．しかも，A区の最低値は -270 であった．

このような現象は送気量の差によっても生ずることが実証されており（平田・村越，1973），通気の酸化効果の相違にもとづくものと考えられる．本実験では同じ送気量にもかかわらず，そうした差が生じたことは，好気性物質への酸化力の面で，攪拌通気装置の方が底面固定通気法より優れ

ているものと理解できる。

なお、実験Ⅱでは、各区の酸化還元電位差は測定していないが、今後、さらに装置の改善を施こしつつ、この問題を追求したい。

今回試作した Sludge の一般化学組成の分析結果は表1にまとめた。

Table 1. Chemical composition of sludges fermented and rotifer cultured.

	Experiment I		Experiment II		
	Routine aeration (A)	Rotary aeration (B)	Stirrer+aeration (C)	Rotifer fed yeast (D)	Stirrer+rotifer (E)
Moisture	11.3%	13.6%	9.5%	23.1%	15.0%
Crude protein	31.5 (35.5)	41.4 (47.9)	31.3 (34.6)	51.3 (66.7)	41.0 (48.2)
Crude lipid	6.6 (7.4)	4.5 (5.2)	5.5 (6.1)	11.4 (14.8)	7.1 (8.4)
Crude ash	8.3 (9.4)	8.1 (9.4)	15.0 (16.5)	2.2 (2.9)	8.4 (10.0)
Carbohydrate*	42.3 (47.7)	32.4 (37.5)	38.7 (42.8)	12.0 (15.6)	28.5 (33.5)

\* by difference, ( ) percentage calculated with no moisture

ここで、興味あることはA区の Sludge とB区のそれとで粗蛋白含有率が、それぞれ35.5%および47.9% (いずれも無水換算値) と大きく異っていることである。これら両区はいずれも全く同じ基材組成で、しかも、同じ容量の水量を用いて醗酵させたのである。ただ、通気方法のみが違いとなっている。

A区の底面固定通気法とB区の攪拌通気法とでこのような差が生じたことは、攪拌の有無によるものと考えられる。底面固定通気法は、表面からみると十分攪拌されているかのように見えるが、池底のコーナーに Sludge が吹きだまりとなって堆積することは物理的に避けられない。これに対して、通気攪拌装置は常時槽全体を攪拌しているので、微生物の繁殖が促進され、その結果、彼らによる蛋白合成が増大されたものと考えられる。今後、微生物群の消長やアミノ酸組成をもあわせて比較したい。

実験Ⅱの場合では、シオミズツボワムシの粗蛋白含有率が66.7% (無水換算値) と、全区の中で最も高い値を示している。本種は魚類や甲殻類の幼生期餌料としての価値は高く認められているが (平田・森, 1967), 本実験でその Sludge 化ができたので、シオミズツボワムシは単にそれらの幼生用餌料にとどまらず、その成体用餌料としても利用し得るものと考えられる。

C区はスターラーと通気とを併用したので、醗酵装作の面ではB区と似ているが実験Ⅱでは糖蜜を加えなかったこと、また、醗酵容量が1l (実験Ⅰは30l) と小さかったことなどのため、実験ⅠのA・B両試験区との化学組成の比較はできないが、実験ⅡにおけるE区はC区とD区とを等量混合したものである。従って、E区の化学組成はC区およびD区のそれとの平均化した値を示している。

現状ではワムシのみの Sludge 化はその生産コストの面で至難と思うが、E区のように複合させることも実用化をはかるうえで意義あるものと思う。しかし、一方において、現状よりも安価にワムシを生産する技術開発が必要である。

この Sludge の餌料試験は目下続行中であるが、クルマエビの場合、アサリ肉より嗜好性は高いが、その成長率は20~70%で、まだ問題が多い (山緑, 私信; 安田・平田, 1973)。粗蛋白含有量からみると、今回の Sludge では、B, DおよびE区の餌料効果が期待できる。

## 摘 要

1) しょうゆ粕微粒子, 乾燥海洋酵母, 乾燥パルプ酵母, 糖蜜およびシオミズツボワムシをクルマエビ等の養成餌料として活用するために, それら前4者を33:25:25:17の割で醗酵させて, その Sludge をつくってみた. また, その作製方法として, 底面固定式通気法と水中回転式通気法とを比較した.

2) Sludge の醗酵過程における酸化還元電位差の変動は底面固定通気区で-270まで下ったのに対し, 水中回転通気区のそれは-90にとどまり, しかも, その回復力は底面固定通気区より2日間も短縮した.

3) 醗酵基材, 水容量, 通気容量等をほぼ同質同量としたのであるが, 得られた Sludge の粗蛋白含有率は底面固定通気区では35.5%であったが, 通気回転攪拌装置を用いた試験区では47.9%にも達した.

4) イーストを与えたシオミズツボワムシの単独 Sludge の粗蛋白含有率は66.7%と, 全試験区で最も高い値を示した. シオミズツボワムシと他の Sludge との複合利用が, その餌料化に結びつくであろう.

## 引 用 文 献

- 弟子丸 修, (1967): クルマエビの配合餌料の設計に関する基礎的問題点, 鹿水試報告, 6, 383-392.
- DESHIMARU, O. and K. SHIGENO, (1972): Introduction to the artificial diet for prawn *Penaeus japonicus*, *Aquaculture*, 1 (3), 115-133.
- FORSTER, J. R. M., (1972): Some methods of binding prawn diets and their effects on growth and assimilation, *J. Cons. int. Explor. Mer.*, 34 (2), 200-216.
- FORSTER, J. R. M. and P. A. GABBOTT, (1971): The assimilation of nutrients from compounded diets by the prawns *Palaemon serratus* and *Pandalus platyceros*, *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 51, 943-961.
- 藤田惣吉, (1955): 各種肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響に就ての実験-1, 日水誌, 20(10), 873-877.
- 平田八郎, (1972a): クルマエビの種苗生産技術について, 日水学会九州例会(講演).
- 平田八郎, (1972b): 海洋酵母の給餌によるシオミズツボワムシの培養について, 日水学会秋大会(講演).
- 平田八郎, (印刷中): 水中通気による回転攪拌装置の試作について.
- 平田八郎, 森 保樹, (1967): 食用イーストの給餌によるシオミズツボワムシの培養について, 栽培漁業, 5, 36~40.
- 平田八郎, 村越正慶, (1973): 日水学会秋大会(講演).
- HIRATA, H. and Y. MORI, (in press): Rearing of *Penaeus japonicus* Zoea fed on the particles of soy cake.
- KANAZAWA, A., M. SHIMAYA, M. KAWASAKI and K. KASHIWADA, (1970): Nutritional requirements of prawn - I. Feeding on artificial diet, *Bull. J. Soci. Sci. Fish.*, 36 (9), 949-954.
- KANAZAWA, A., N. TANAKA, S. TESHIMA and K. KASHIWADA, (1971 a): Nutritional requirements of prawn - II. Requirement for sterols, *Bull. J. Soci. Sci. Fish.*, 37 (3), 211-215.
- KANAZAWA, A., N. TANAKA, S. TESHIMA and K. KASHIWADA, (1971 b): Nutritional requirements of prawn - III. Utilization of dietary sterols, *Bull. J. Soci. Sci. Fish.*, 37 (10), 1015-1019.
- KANAZAWA, A., N. TANAKA and K. KASHIWADA, (1972): Nutritional requirements of prawn - IV. The dietary effect of ecdysones, *Bull. J. Soci. Sci. Fish.*, 38 (9), 1067-1071.
- 北林邦次, 倉田 博, 首藤勝夫, 中村邦典, 石川宗次, (1971): クルマエビの配合餌料に関する研究 - I, グルコサミン, リンおよびカルシウムとの関係, 東水研業績 A, (420), 91-107.
- 北林邦次, 首藤勝夫, 石川宣次, 中村邦典, (1971): クルマエビの配合餌料に関する研究 - V. たんぱく

- 質含量と増重効果との関係および各種材料の再吟味, 東水研業績 A, (424), 139-147.
- 北村邦次, 首藤勝夫, 中村邦典, 石川宣次, (1971a): クルマエビの配合飼料に関する研究 — II, グルコースの利用について, 東水研業績 A, (421), 109-118.
- 北林邦次, 首藤勝夫, 中村邦典, 石川宣次, (1971b): クルマエビの配合飼料に関する研究 — III, メチオニンとアルギニンの増重効果, 東水研業績 A, (422), 119-127.
- SICK, L., J. W. ANDREWS and D. B. WHITE, (1972): Preliminary studies of selected environmental and nutritional requirements for the culture of Penaeid shrimp, *Fish. Bull.*, **70** (1), 101-109.
- 首藤勝夫, 中村邦典, 石川宣次, 北林邦次, (1971): クルマエビの配合飼料に関する研究 — IV, イカ肝油とコレステロールの増重効果, 東水研業績 A, (423), 129-137.
- 安田恵二, 平田八郎, (1973); 日水学会秋大会 (講演).
- 山緑 勉 (私信).