

# 漬物工場用水の削減と不要食塩水の 処理及び再利用について

青木睦夫

Treatment and Reutilization of Useless Brines and Reduction of Water  
in Pickles Factory  
Mutsuo AOKI

## Summary

In order to utilize natural resources effectively the desalting-cleaning method in the process of manufacturing pickled vegetables was improved, and reduction of water used and desalting time, treatment of useless brine and reutilization of it were investigated, obtaining the following results:

- 1) As for the reduction of water and time, treatment of the rotary-separation after the material was desalted by compression was more effective compared with the flowing water method.
- 2) At the reutilizable point of view, the method of absorption by activated carbon was more suitable for the treatment of useless brine, than the method of condensation by alkali ( $\text{NaOH}$ ) precipitation.
- 3) By mixing powdered activated carbon of 1.5 g into the useless brine of 100 ml, the liquid became colorless and could be reused for brines of salted Japanese radish, "Fukujin-zuke" and "Chousen-zuke".

## I 緒言

漬物製造において使用水の多いものは、工程中に長時間の脱塩洗浄を必要とするしょうゆ漬類である。これらは主に製造している工場の使用水は、調査によると材料1トン当たり20~40m<sup>3</sup>、1日に30~200m<sup>3</sup>を使用している。この水は主として自家水道<sup>1)</sup>より供給されている。近年地盤沈下防止のために地下水の汲み上げ規制がなされ、今後新たに多量の水を確保するのは困難な状況である。このことは産業界全般について言える事であるが、漬物製造業としても、この水不足、用水コストの上昇の中で、食品の安全性確保、環境悪化防止政策と合わせて、水資源の再利用を含めた節水型生産体系の確立が必要になってきた。

漬物工場の使途別使用水の割合<sup>2)</sup>は、脱塩洗浄水70%，器具、床洗浄水20%，調味液、その他10%である。このもともと多くの水を使用する脱塩洗浄工程は、現在細かく切った材料を攪拌しながら流水で行っている。

この方法を改善し、使用水の削減、脱塩時間の短縮、

改善法より生ずる不要食塩水の処理及び再利用について検討を行い知見を得たので報告する。

## II 実験方法

### 1. 脱塩方法及び条件

- 1) 流水式と回分式脱塩法にて行った。
- 2) 流水式の水量は0.5~2ℓ/min、水温18℃。回分式は10分単位、水温18~23℃、サイホンにて排水。両者とも脱塩タンク容量5ℓ、攪拌機使用(520 rpm/min)、細かく切った材料200g(タンクとの容量比1/25)を使用し、材料中の食塩100%を脱塩するに要した水量と時間を測定した。

### 2. 使用材料

細かく切った塩漬ダイコン、キュウリ、ナスの非圧搾及び50%圧搾物を使用した。

### 3. 食塩の定量 モール法で行った。

4. バッチ式活性炭吸着法及びアルカリ( $\text{NaOH}$ )凝集沈殿法(以下凝集沈殿法と略)について行った。

### 5. 有機酸の定量 1/10-N・水酸化ナトリウム溶液

で滴定し乳酸として算出した。

6. 粗タンパク質の定量 ケルダール法にて行い、N値×6.25として算出した。

7. 糖の定量 ソモギー変法にて行い、ブドウ糖として算出した。

8. pHの測定 復合電極pH計にて測定した。

9. 酵母、乳酸菌、細菌の測定 表11のように行った。

10. 色の測定 色差計にて測定した。

11. 処理水の再利用 大根の塩漬、浅漬、福神漬、朝鮮漬に再利用した。

### III 実験結果と考察

#### 1. 流水式脱塩法による水、時間の関係

流水式による水、時間の関係を表1に示した。流水量が多いと脱塩時間が短かく、少ないと長い傾向を示した。

表1. 流水式脱塩法による水量、時間の関係

流量 ℓ/min	ダイコン		キュウリ		ナス	
	水量 (ℓ)	時間 (min)	水量 (ℓ)	時間 (min)	水量 (ℓ)	時間 (min)
0.5	150	300	240	480	370	750
1.0	160	160	210	210	350	350
1.5	165	110	240	180	383	250
2.0	180	90	260	130	400	200

注1) 一片の重さ、ダイコン(0.32g)、キュウリ(3.67g)、ナス(0.70g)

注2) 食塩濃度、ダイコン(18.75%)、キュウリ(22.78%)、ナス(25.03%)

内容量に対してダイコンでは750~900倍、キュウリでは1,050~1,300倍、ナスでは1,750~2,000倍の水を使用した。後で述べる回分式と比較すると、水を多量に使う方法であると思われた。

#### 表2. 非圧搾、圧搾物の流水式及び回分式による脱塩(ダイコン)

圧搾率 (%)	流水式 (ℓ/min)		回分式(容量5 ℓ, 10分単位)		流水式、回 分式との比較	
	水量 (ℓ)	時間 (min)	水量 (ℓ)	時間 (min)	水量 (ℓ)	時間 (min)
0	160(A)	160	30(C)	60	100(A)	100
50	120(B)	120	15(D)	30	75(B)	75
0	100(I)	100	18(P)	37	18(C)	37
50	100(P)	100	12(E)	25	9(D)	18

注1) 一片の重さ 非圧搾物(0.32g)  
圧搾物(0.16g)

注2) 食塩濃度 非圧搾物(18.75%)  
圧搾物(9.38%)

材料間の差が見られたのは、ダイコンに比べキュウリ、ナスは、材料の大きさが異なると、材料中に表皮及び皮層部が多いためと思われた。

#### 2. 脱塩方法と材料の状態

細かく切った材料を非圧搾、圧搾し流水式(1ℓ/min)及び回分式で脱塩した時の結果を表2~4に示した。非圧搾、圧搾、脱塩方法の違いによる水、時間の関係は、各材料とも流水式の圧搾率0%, 50%(イ, ハ)を100として、同圧搾率のものの脱塩を回分式で行った場合と比較すると、それぞれ(イ), (ハ)のようである。又流水式の圧搾率0%(A)を100として他と比較すると(A)~(D)のようである。

表3. 非圧搾、圧搾物の流水式及び回分式による脱塩(キュウリ)

圧搾率 (%)	流水式 (ℓ/min)		回分式(容量5 ℓ, 10分単位)		流水式、回 分式との比較	
	水量 (5ℓ)	時間 (min)	水量 (ℓ)	時間 (min)	水量 (ℓ)	時間 (min)
0	210(A)	210	50(C)	100	100(A)	100
50	140(B)	140	30(D)	75	66(B)	66
0	100(I)	100	23(P)	47	23(C)	47
50	100(H)	100	26(E)	53	17(D)	35

注1) 一片の重さ 非圧搾物(3.67g)  
圧搾物(1.84g)

注2) 食塩濃度 非圧搾物(22.78%)  
圧搾物(11.39%)

表4. 非圧搾物、圧搾物の流水式及び回分式による脱塩(ナス)

圧搾率 (%)	流水式 (ℓ/min)		回分式(容量5 ℓ, 10分単位)		流水式、回 分式との比較	
	水量 (5ℓ)	時間 (min)	水量 (ℓ)	時間 (min)	水量 (ℓ)	時間 (min)
0	350(A)	350	50(C)	100	100(A)	100
50	180(B)	180	25(D)	50	51(B)	51
0	100(I)	100	14(P)	28	14(C)	28
50	100(H)	100	13(E)	27	7(D)	14

注1) 一片の重さ 非圧搾物(0.7g)  
圧搾物(0.35g)

注2) 食塩濃度 非圧搾物(25.03%)  
圧搾物(12.51%)

回分式による水量を、非圧搾、圧搾に分けて比較すると、内容量に対しダイコンは150倍と75倍、キュウリでは250倍と150倍、ナスでは250倍と125倍である。

表1~4より材料100kgに換算した材料中の食塩100%を脱塩するに必要な水量を表5~6に示した。表より

脱塩洗浄工程に使われる水、時間の削減には、従来のような材料を細かく切ったままで流水中で脱塩するより、材料を圧搾し脱塩を回分式で行うと効果的であった。合わせて材料を圧搾することによって、材料に含まれている水溶性の汚濁物質が除かれ、排水処理施設能力の軽減や、水質汚濁物質の総量規制に対する対応も可能であると思われた。また圧搾によって材料中の汚濁物質が減少するので、材料を脱塩洗浄した水を逆浸透装置を用い水中の各種成分を除き、この水を再度脱塩洗浄水として使用することも可能であると思われた。

表5. 流水式による材料100kgを脱塩するに要した水量

流量( $\ell/\text{min}$ )	ダイコン	キュウリ	ナス
0.5	75 ( $m^3$ )	120 ( $m^3$ )	185 ( $m^3$ )
1.0	80 (〃)	105 (〃)	175 (〃)
1.5	82.5 (〃)	120 (〃)	191.5 (〃)
2.0	90 (〃)	130 (〃)	200 (〃)

表6. 材料100kgを脱塩するに要した水量

(非圧搾物、圧搾物の流水式及び回分式脱塩法による)

脱塩条件	ダイコン	キュウリ	ナス
流水式( $1 \ell/\text{min}$ )	80 ( $m^3$ )	105 ( $m^3$ )	175 ( $m^3$ )
非圧搾物			
流水式( $1 \ell/\text{min}$ )	60 (〃)	70 (〃)	90 (〃)
50%圧搾物			
回分式 (容量5t, 10分単位)	15 (〃)	25 (〃)	25 (〃)
非圧搾物			
回分式 (容量5t, 10分単位)	7.5 (〃)	15 (〃)	12.5 (〃)
50%圧搾物			

### 3. 不要食塩水(塩漬、圧搾液)の処理

#### 1) 活性炭吸着法による処理

活性炭は種々な大きさや形状の細孔があり、複雑な細目構造をもつ炭素粒子で、微細な物質をよく吸着し、汚濁物質の除去に大きな効果を發揮する。

活性炭吸着法は非処理水と混合し、攪拌接触させ、吸着物質が平衡に達してからろ過し、分離するのが一般的に行なわれている。

そこで、不要食塩水中に含有していると思われる、ブドウ糖、乳酸の活性炭による吸着平衡時間を杉本<sup>4)</sup>らの方法で求めた結果、図1に示すように30分で平衡に達した。他にも平衡時間を求めた報告<sup>5)</sup>はあるが、その時間は60分以内であり、J.W.Hassler<sup>6)</sup>の液相における活性炭の吸着は60分以内でほとんど終ると見知りにも一致しているので、次のような方法で不要食塩水の処理を行った。

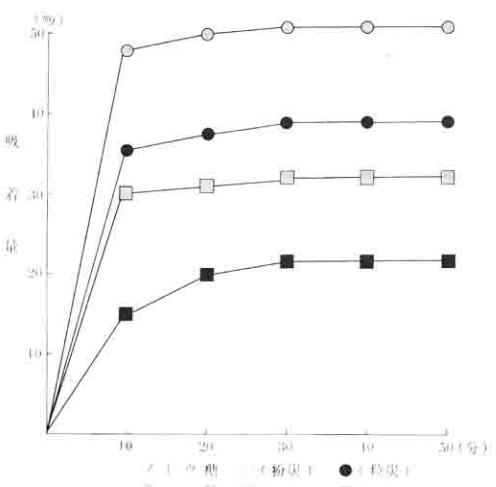


図1 吸着平衡時間

表7に示した不要食塩水100mlに105℃、3時間乾燥した粒状活性炭(4~6 mesh)、粉末活性炭(325~350 mesh)を0.5~4g入れ、20℃、60分(200 rpm/min)振とうし、ブナーロート上にろ過剤スーパーライトを厚さ1cm敷き吸引ろ過した。

ろ液は分光光度計560 nmを使用し、水を100として透過率を測定した。図2のように不要食塩水100mlに粉末活性炭1.5gを入れ処理すると、無色無臭な食塩水にすることができ、漬け物への再利用が十分可能であると思われた。なお、粒状活性炭は当目的には効果がなかった。

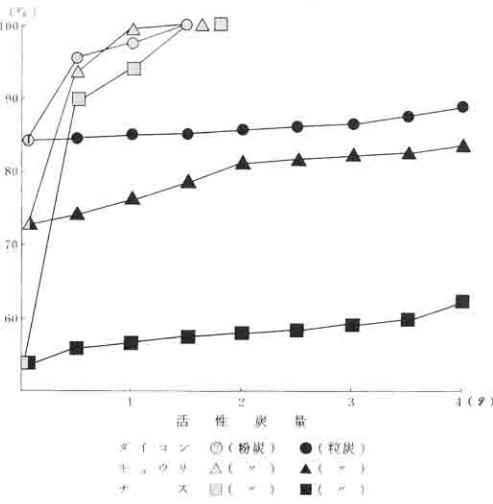


図2 活性炭添加量と透過率

#### 2) 凝集沈殿法による処理

Patnaykar, M., P.<sup>7)</sup>らの方法によれば、乳酸醸酵させた塩漬けキュウリの不要食塩水に、水酸化ナトリウムを溶かしてpH 11にした後、48時間静置し、各種溶解物

質を凝集沈殿させ、上澄み液を塩酸でpH7に中和し再びキュウリの塩漬けを利用したものである。そこで著者は表7に示した不要食塩水を用い、この方法により行い、活性炭吸着法と比較検討した。表8～9のように活性炭吸着法による無色無臭な食塩水に比べ、凝集沈殿法による食塩水は、濃黄色を示し、塩漬け時の臭気が残っていて好ましくなかった。

表8. 非処理水及び処理水の色調

種類 処理方法	ダイコン			キュウリ			ナス						
	測定値	L	a	b	彩度	L	a	b	彩度	L	a	b	彩度
非処理水		89.0	2.0	26.8	26.9	77.2	5.4	25.0	25.0	83.1	4.3	26.6	37.8
凝集沈殿法処理		89.5	2.8	21.5	21.7	92.5	5.6	24.0	24.0	82.7	4.5	22.0	22.5
活性炭吸着法処理 (粉炭1.5g/100mL)		95.4	2.4	1.0	2.6	95.4	2.4	1.0	2.6	95.4	2.4	1.0	2.6

注) 彩度の計算式 =  $\sqrt{a^2 + b^2}$

表9. 非処理水及び処理水の臭気

種類 処理方法	ダイコン キュウリ ナス		
	酢酸臭 有	酢酸臭 有	悪臭 有
非処理水	ク 残	ク 残	ク 残
凝集沈殿法処理	ク 残	ク 残	ク 残
活性炭吸着法処理 (粉炭1.5g/100mL)	ク 無	ク 無	ク 無

#### 4. 処理水の成分と微生物

処理水の再利用に際し、処理水の成分、微生物の状況を把握する必要があるので、これらの検討を行った。

##### 1) 成分変化について

表7に示した不要食塩水を活性炭吸着法及び凝集沈殿法で処理した結果を図3～6、表10に示した。両者とも各種成分の除去率はあまり高くなく、活性炭吸着法による再利用可能な処理水に必要な、粉末活性炭は不要食塩水100mLに対し1.5gであるが、この量では粗タンパク質

表7. 不要食塩水の成分

成分 種類	食塩 (%)	粗タンパク質 (mg/100g)	乳酸 (mg/100g)	糖 (mg/100g)	pH
ダイコン	14.77	775	136	138	5.30
キュウリ	21.01	625	93	141	4.90
ナス	26.10	525	19	43	6.60

70～80%，乳酸60～70%，糖90%が残っている。凝集沈殿法では粗タンパク質48～80%，糖70～86%が残っている。

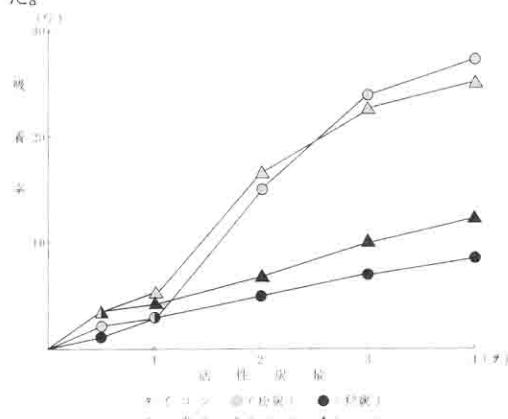


図4 糖の吸着率

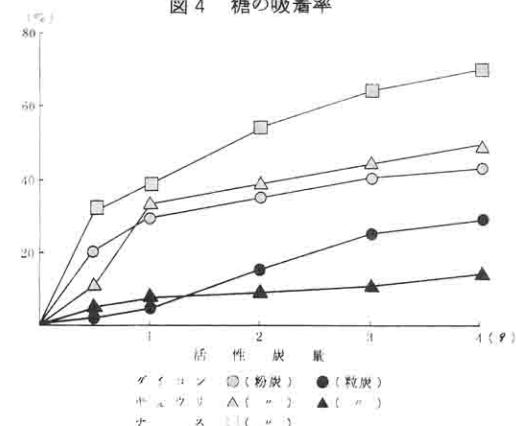


図3 粗タンパクの吸着率

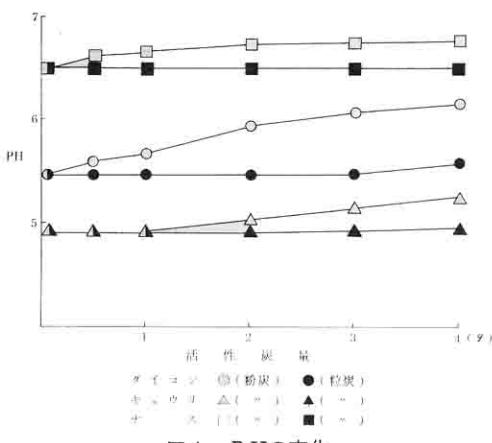


図6 PHの変化

## 2) 微生物の変化について

不要食塩水及び活性炭などによる処理水中の酵母、生菌、細菌数の測定を好井<sup>3)</sup>の方法を参考にして表11のように行なった。

処理水中の微生物は表12のよう、非処理水に比べ、沈殿したり、活性炭やろ過剤に附着してかなりの数が減少しているが、なお相当数が処理水中に残っていた。

以上のように活性炭吸着法、凝集沈殿法による処理水中には、各種成分、微生物も残存しているので、再利用の際にはこの点を十分考慮して使用する必要があると思われた。

表11. 培地組成と培養条件

培地組成	種別	酵母	生酸菌	好気性細菌	嫌気性細菌
米麹汁		糖度計10°	—	—	—
プロビオン酸ナトリウム		0.2 (%)	—	—	—
ポリベブトン		—	1 (%)	1 (%)	1 (%)
酵母エキス		—	0.4 (%)	0.4 (%)	0.4 (%)
ブドウ糖		—	1 (%)	1 (%)	1 (%)
リン酸一カリウム		—	0.2 (%)	0.2 (%)	0.2 (%)
硫酸マグネシウム		—	0.05 (%)	—	0.05 (%)
チオグリコレート、ナトリウム		—	0.1 (%)	1 —	0.1 (%)
食塩		1.0 (%)	5 (%)	1 (%)	1 (%)
塞天		2.0 (%)	2 (%)	2 (%)	2 (%)
沈降性炭酸カルシウム		—	2 (%)	—	—
pH		5.2	5.5	6.8	6.8
カビサイジン		—	—	0.1 mg/1 ml	0.1 mg/1 ml

## (培養条件)

温 度	25 °C	25 °C	30 °C	25 °C
培養日数	3 日間	3 日間	7 日間	7 日間
培養条件			同培地重層 200 mmHg 減圧	

表10. 凝集沈殿法による除去率 (%)

種類 成 分	ダイコン	キュウリ	ナス
糖	14.0	30.0	—
粗タンパク質	19.2	24.2	51.8

## 5. 処理水の再利用

活性炭吸着法及び凝集沈殿法による処理水を表13に示す方法で大根の塩漬けに再利用した。表14のように常法で漬けた大根に比べ、活性炭吸着法による処理水を再利用したものは、物性、色、臭いなどの点で差はなく、十分再利用できるものと思われた。

凝集沈殿法による処理水を再利用したものは、処理水の色、臭気が大根につくため、この方法による処理水の漬物への再利用は不適当であると思われ、以後試験を行なわなかった。

活性炭吸着法による食塩13%、乳酸0.23%、糖0.13%、pH 3.54の無色無臭な処理水を浅漬、福神漬、朝鮮漬に再利用した。

浅漬への再利用として、上記の処理水250mlを水で2倍に希釈して500mlとし、6.5%食塩水とした。対照として、同濃度の食塩水を同量作り、両者にキャベツ、キュウリを250gづつ計500gを漬けた。

処理水を再利用したものは対照のものに比べ、表15のように残存している有機酸のためpHが低く、菌数、濁りは一時的に少ないが、浅漬の生命である緑色部の変色

表 12. 微生物の変化 (1mℓ中)

種類	酵母	生酸菌	細菌 (好気性)	細菌 (嫌気性)
(ダイコン)				
非処理水	<100	$30 \times 10^3$	$72 \times 10^4$	$26 \times 10^4$
凝集沈殿法	<100	$6 \times 10^2$	$12 \times 10^3$	$65 \times 10^2$
活性炭吸着法 (粉炭1.5g/100mℓ)	<100	$3 \times 10^2$	$22 \times 10^3$	$17 \times 10^2$
(キュウリ)				
非処理水	$31 \times 10^2$	$10 \times 10^4$	$17 \times 10^6$	$62 \times 10^4$
凝集沈殿法	<100	$28 \times 10^2$	$12 \times 10^2$	$4 \times 10^2$
活性炭吸着法 (粉炭1.5g/100mℓ)	<100	$2 \times 10^2$	$26 \times 10^2$	$11 \times 10^2$
(ナス)				
非処理水	<100	$35 \times 10^2$	$50 \times 10^5$	$11 \times 10^5$
凝集沈殿法	<100	$3 \times 10^2$	$39 \times 10^2$	$34 \times 10^2$
活性炭吸着法 (粉炭1.5g/100mℓ)	<100	—	$43 \times 10^2$	$33 \times 10^2$

表 13. 塩漬大根への再利用

処理方法	処理水の種類	処理水の食塩(%)	2ℓ中の食塩(g)	新たに加えた食塩(g)
凝集沈殿法	ダイコン	14.77	296	504
〃	キュウリ	21.01	420	380
〃	ナス	26.12	522	278
活性炭吸着法 (粉炭1.5g/100mℓ)	ダイコン	14.77	296	504
常法区	—	—	—	800

注) 生大根4kgに食塩800g(20%相当量)を加え漬けた。

表 14. 漬け込み50日後の状態

測定値	漬け液					大根				
	L	a	b	彩度	臭い	L	a	b	彩度	臭い
ダイコン (凝集沈殿法)	87.5	9.4	19.6	21.34	普通	72.9	3.0	23.7	23.90	普通
キュウリ (〃)	50.1	9.6	19.6	24.43	〃	72.6	3.3	24.1	24.33	〃
ナス (〃)	43.5	9.8	17.5	20.06	悪臭有	70.9	3.2	27.1	27.39	悪臭有
ダイコン (活性炭吸着法)	75.8	4.7	18.4	19.00	普通	75.8	4.7	18.4	19.00	普通
常法	64.7	7.8	17.4	19.00	〃	71.6	3.5	23.0	23.46	〃

注) 彩度の計算式 =  $\sqrt{a^2 + b^2}$

が早く、再利用は不適当であった。

福神漬への再利用はアミノ酸液5ℓ、砂糖6kg、食塩13%の処理水5ℓ、対照として、アミノ酸液5ℓ、水4.35ℓ、食塩650g、砂糖6kg、両者に保存料ソルビン酸カリウムを2.8g(ソルビン酸として1/1,000相当量)加えた調味液に、細かく切った塩漬ダイコン、キュウリ、ナスを同量ずつ計10kgを脱塩し5kgに圧搾して漬

け込んだ。

朝鮮漬は上記のアミノ酸液、水、食塩、保存料が同割合の再利用、対照液にグルタミン酸ナトリウム80g、生ニンニク70g、トウガラシ粉200gを加え、上記同様に処理したキュウリ、ナスを同量づつ計5kgを漬け込んだ。両者とも調味液の加熱、保存料の添加がしてあるので、その後の保存日数、官能審査結果ではいずれも差がなく

十分再利用できると思われた。しかも、再利用による物は対照の物に比べ、材料10kgを圧搾して半量にし、5ℓの不要食塩水を採り、これを活性炭吸着法で処理して再利用したのであるが、処理水とこの中に含まれる食塩を利用でき、上記配合の福神漬、朝鮮漬では新たに水、食塩を加える必要もなく有益な方法であると思われた。

表 15. 浅漬への利用

	目数	pH	食塩(%)	乳酸(%)	菌数(1ml中)	色	濁り
再利用区	0	3.75	6.50	0.11	$13 \times 10^2$	良い	—
	1	4.30	4.11	0.08	$43 \times 10^3$	悪い	—
	2	3.75	4.00	0.14	$15 \times 10^6$	悪い	卅
常法区	0	4.40	6.50	0	<100	良い	—
	1	5.00	3.98	0.03	$15 \times 10^6$	良い	卅
	2	3.20	3.84	0.32	$40 \times 10^7$	悪い	卅

注) 菌数……顕微鏡による、温度25℃

#### IV 要 約

水資源の有効利用をはかるため、漬物製造工程の脱塩法を改善し、使用水の削減、脱塩時間の短縮のため、不要食塩水の処理及び再利用について検討し次の結果を得た。

1) 水と時間の削減には材料を圧搾した後に、回分式で脱塩する方が流水式よりも効果的であった。

2) 不要食塩水の処理は、後の再利用に際し、活性炭吸着法がアルカリ(NaOH)凝集沈殿法よりも適当であった。

3) 不要食塩水100mlに粉末活性炭1.5gを入れ処理すると無色無臭な液となり、大根の塩漬、福神漬、朝鮮漬に再利用することができた。

#### 引 用 文 献

1. 東京都公害研究所：1970 工場排水の処理施設に関する調査研究、その1.食糧品製造業 P. 36

2. 千代田デイムズ・アンド・ムーア株式会社編(1977) 食品産業水利用合理化検討調査報告書 P. 12
3. 全国漬物協同組合連合会：1972 漬物製造業排水を対象とする公害防止技術研究報告書 P. 10
4. 杉本勝之、高木正敏、好井久雄：1973 活性炭による食品工場の排水処理に関する研究(第一報)，日本食品工業学会誌，20(7), 300
5. 橋本徳、藤田正憲：1970 活性汚泥の浄化反応とその機構に関する研究、醸酵工学会誌，48(5), 265
6. Hassler, J. W著(織田、江口共訳) 1966 活性炭(共立出版) P. 18
7. Palnitkar, M. P. and Mcfeeter, S. R. F. 1975. Recycling Spent Brines in Cucumber Fermentations. J. Food Sci. 40 (6) 1311
8. 好井久雄 1963 味噌技術 No. 114