

食品工業排水における膜利用技術の研究（第2報）

食品加工部 大竹 嘉尚

1. 緒言

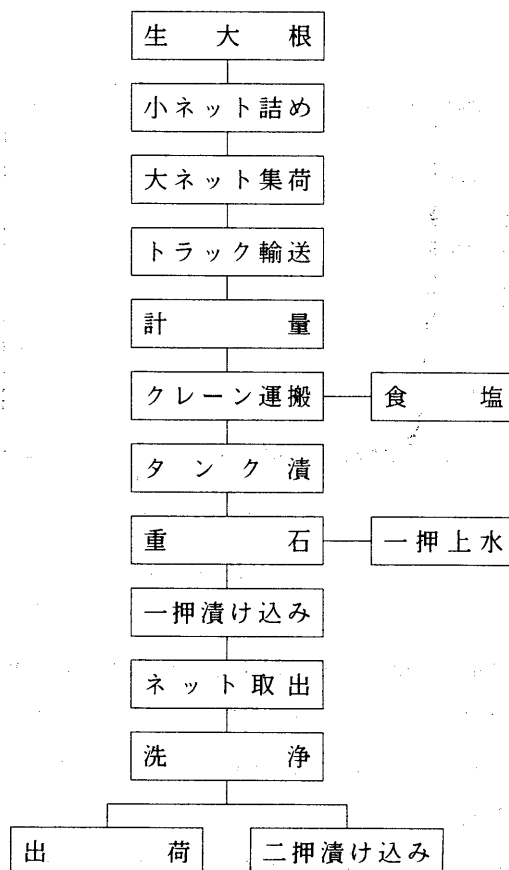
本県は漬物原料用の下漬大根の年生産量が、前報Dの調査34企業だけの合計でも42000tと大きく下漬大根の一大産地を形成している。その製造工程で生産される高食塩濃度の一押上水等の処理の多くが、地下浸透という形であり、近隣住宅、農地等への塩害の発生の危険性が潜在する。この潜在的危険に対しては多方面からその対策が講じられなければならないが、本報告ではその一押上水の処理という試験、研究の立場から考える。一押上水はその高食塩濃度、その排出が一時期に集中するとの特徴から従来の生物学的処理法ではその処理が難しい。高食塩濃度に注目して食塩の回収、再利用という立場から近年発達した膜技術利用一食塩と水、有機物と食塩の分離の可能性について検討するとともに、ほとんど処理を施さず利用できる醤油の試醸を検討した。

2. 一押上水の性状

下漬大根の製造工程は右の流れ図で、二押上水は生大根から食塩により抽出された高食塩濃度溶液である。

生大根重量に対して約10%の食塩をタンク中の生大根に散布し、重石を載せ3日程で一押上水が生大根の30%程抽出される。その量は前報調査34企業の生大根の全使用量が42000tであるから14800m²であり、平均的水質は、水温10.7°、PH5.2、ss1770mg/l、食塩10.5%、COD_{Mn}2130mg/l、全窒素107mg/l、全糖2570mg/lである。この一押上水はss成分が除去されると、生大根由来の液体でその高食塩濃度と低温度が相まって難腐敗性で清澄な淡黄色の液体である。またこの製造工程中には下漬大根の洗浄時に一押上水と同量程度の洗浄水が発生するが、食塩濃度が一押上水の約1/20と低いいため、本報告では食塩濃度の高い一押上水についてのみ検討した。

下漬大根製造プロセス



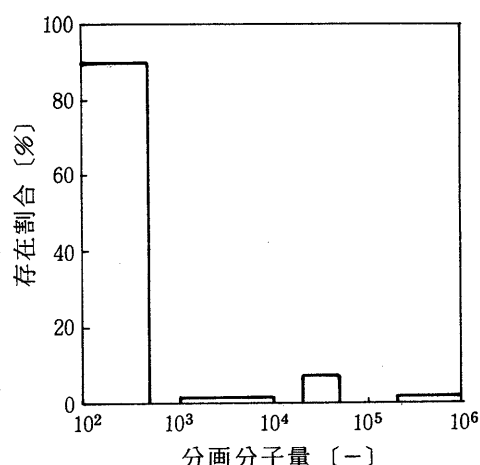


図 1 大根一押上水の分子量分画

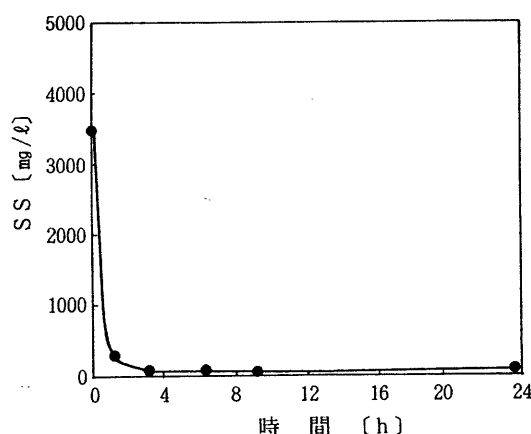


図 2 回分沈降試験

一押上水中の有機物の内容を見るために、限外炉過法により分子量分画を行った。限外炉過膜（アドバンテック製、分画分子量 500, 1000, 10000, 20000, 50000, 200000）で分画を行い、その透過液の COD_{Mn} （JIS K0102）で存在割合を算出したのが図 1 である。 COD_{Mn} の酸化率が対称有機物の種類により、一定でないため明確には決定できないが、分子量 500 以下の有機物が全有機物の 90% を占めている。これは下漬の際に抽出される上水の有機物は大根の表皮を通過してくるのが大部分であることから、低分子量のものが多くと推察される。葉との切断面の表皮がない部分からは、高分子量のもが出てくる可能性がありその割合はグラフから少ないことがわかる。また CONn は直接還元糖と相関（ $r = 0.997$, $n = 8$ ）がある。

生大根付着の土由来の ss 成分除去の特性を検討するために、自然沈降法及び凝集沈澱法の試験を行った。

自然沈降試験は一押上水を 1 必メスシリンダー中に入れ、一定時間に上澄液を採取し ss を測定した結果が図 2 である。3 時間で $\text{ss} = 3550$ から 129 まで減少している。この減少の速さは ss の成分が土粒子由来のためである。

凝集沈澱は一押上水 500ml を 500ml ビーカーに入れ、インペラーで急攪拌（120rpm 3 分）、緩攪拌（30rpm 10 分）、静置（10 分）後、 COD_{Mn}

（JIS K0102）、「濁度（JIS K0101 の散乱光準拠）」等を測定した。図 3, 4 の通り凝集剤として PAC（多木化学製）を使用した場合、注入率 80ppm で濁度 107ppm が 20ppm まで減少するが、 COD_{Mn} は 1740mg / 必から 1700mg / l までしか減少しない。濁度成分が土粒子のためで有機物成分が少ないためであろう。また凝集剤として PAC80ppm と高分子凝集剤（A-103, 多木化学製）を使用すると、図 5, 6 の通り PAC 単独よりも濁度成分の減少ばかりでなく、 COD_{Mn} もやや減少する傾向にあるが、いずれにしても大きな期待はできない。以上のような特性をもった大根一押上水を以後の膜処理の前処理として、

自然沈降—凝集沈澱—急速砂炉過（平均粒径0.6mm， $sv=5\text{m/h}$ ）を行って，ssで約2ppm，濁度1~2ppmとして供試液とした。

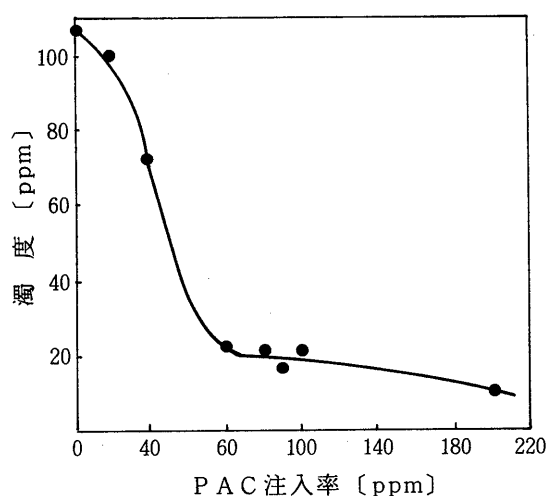


図3 濁度とPAC注入率

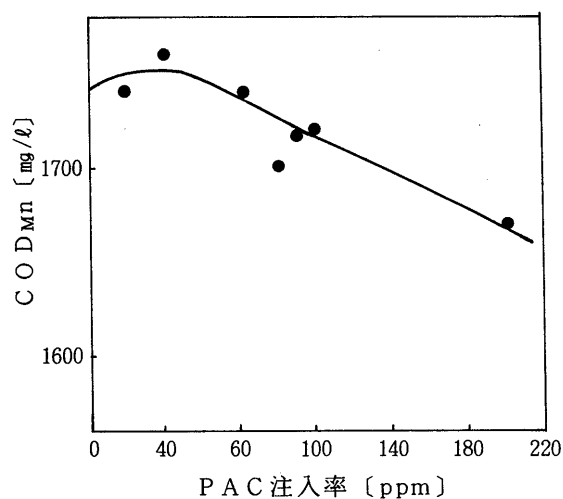


図4 CODとPAC注入率

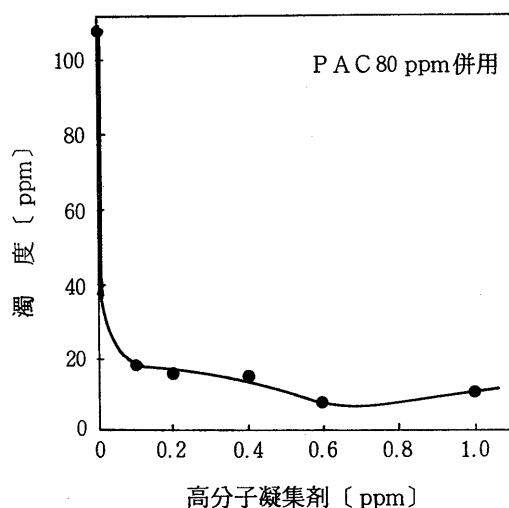


図5 濁度と高分子凝集剤注入率

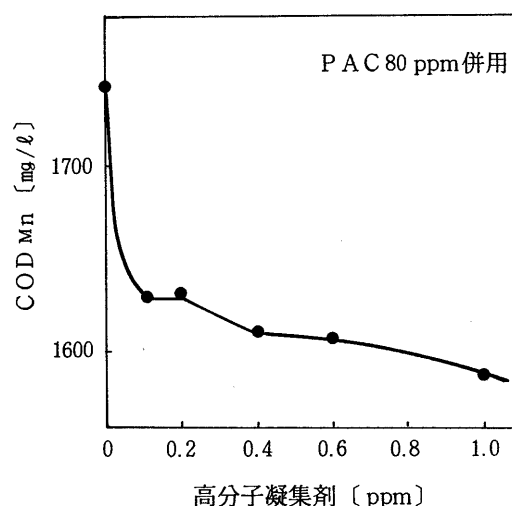


図6 CODと高分子凝集剤注入率

3. ルーズRO膜による逆浸透処理

大根一押上水の平均的水質はss2000mg/l，COD_{Mn}2000mg/l，食塩10%である。比較的簡単に除去可能であるSSを除いたとしても，COD_{Mn}として2000mg/l以上あり，その状態での排出は食塩成分の許容できる海域を想定しても不可能である。そこで食塩の除去の前に有機物の分離除去が必要となるが，

その高食塩濃度のため分離性能の高いタイト RO(高阻止型の逆浸透膜)はその高浸透圧のため使用できない。分子量分画の結果より高分子量物質阻止性能の高い限外ろ過膜の分離性能は期待できないので、2つのタイプの膜の中間的存在にある高浸透圧下で比較的低分子量の有機物除去性能の期待できるルーズ RO 膜による、一押上水の COD_{Mn}成分除去について実験を行った。

(1) 実験方法

次の装置概略図のように、逆浸透膜をとりつけたステンレス製炉過器(RO-3型, アルバック社製)を窒素ガスで加圧することにより透過液を得た。透過流束は透過液の重量を天秤で計測し比重を考慮

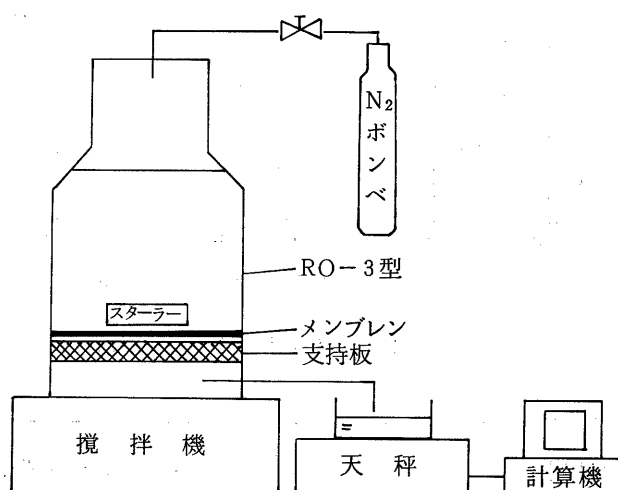


図7 装置概略

して求めた。なお、膜面上を回転子で300rpmの撹拌を行い濃度分極は生じないと思われる。

使用したルーズ RO 膜は表1のとおりで、使用に際しメーカー納入後の各メンブランは、蒸留水を限外ろ過(UK-50, アドバンテック製)した透過水で洗浄した。さらに、メンブランを炉過器に設置後、約200mlの同様な透過水を透過後、試験液を通した。N₂パージ圧力はRM-90Sの場合のみ40atmで、他は20atmで透過実験を行った。使用原液及び透過液は、食塩。モール法, COD_{Mn} . JIS K0102、

還元糖 . ソモギー・ネルソジ法, 窒素...ケルダール分解, 中和滴定法により分析を行った。

表1 使用メンブラン

膜 名	阻止性能 [%]	透過水量 [$\ell / \text{m}^2 \text{h}$]	許容圧力	許容 pH	材 質
DRS-10	10~20 (0.35%NaCl)	72 at 10 kg/cm ²	3.0	3~8	CA
DRS-50	50 (0.35%NaCl)	63 at 50	8.0	3~8	CA
FT-40	40 (0.1%NaCl)	69 at 28	4.2	3~9	PA
NTU-7410	10 (0.2%NaCl)	148 at 5	3.0	2~11	PES
NTU-7450	50 (0.2%NaCl)	113 at 10	3.0	2~11	PES
RM-30S	30 (シュウクロース)	—	6.0	3~7.5	CA
RM-90S	90 (シュウクロース)	—	6.0	3~7.5	CA

表2 透過液の成分組成

		NaCl [w/v%]	COD _{Mn} [mg/ℓ]	還元糖 [g/ℓ]	総窒素 [mg/ℓ]	COD _{Mn} 除去率 [%]
原液		8.52	3490	3.50	76.3	—
透過液	DRS-10	8.37	2930	3.01	67.8	16.1
	DRS-50	7.75	2930	1.57	43.8	16.1
	FT-40	8.24	2240	2.02	47.8	35.8
	NTU-7410	7.97	3490	3.40	72.0	0
	NTU-7450	8.23	2660	2.32	60.6	23.8
	RM-30S	8.24	3270	2.91	75.8	6.3
	RM-90S	6.80	1440	0.88	42.0	58.7

分離性能を検討するためには、操作圧・温度、膜面上での線速等を考慮する必要があるが、基本的な性能を把握するための実験を行い、その結果が表2及び図7である。

各濃縮倍率を通じて透過流束の大きいメンブレン（DRS-10、RM-30S、NTU-7410、NTU-7450）は、COD_{Mn}除去率が小さい。透過流束が小さくともCOD_{Mn}除去率の高いRM-90Sですら58.7%と低く、COD_{Mn}で1441mg/lである。排出規制値をCOD_{Mn}で20mg/lとして、且つ希釈放流が可能だとしてもまだ72倍という大きな希釈値となってしまう。ルーズタイプの逆浸透膜による本排水での有機物と食塩の希釈可能と思われる範囲までへの分離は困難である。故に、他の脱塩分離操作を使用することが必要である。

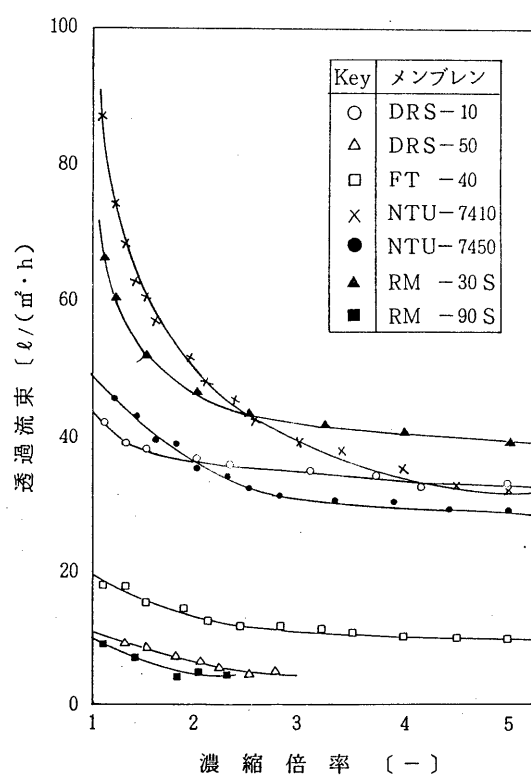


図8 一押上水のルーズRO膜による分離

4. 電気透析法による分離

一押上水の約10%という高食塩濃度による高浸透圧（数百気圧）のため、脱塩率の高い有機物分離性能のよいタイトRO膜は使用できない。またルーズRO膜の使用も前項のように難しい。イオン交換樹脂による脱塩処理は即刻に交換容量不足をきたしてしまい使用不可能である。また蒸発

法による食塩の結晶化分離も、食塩の回収再利用という観点からは後述するように良質な再生食塩を得ることができない。高食塩濃度から数百 ppm レベルまでの低濃度までの広範囲にわたって脱塩処理—食塩と水、食塩と有機物の分離—が可能な電気透析法について検討した。

(1) 電気透析法の原理

水溶液中で塩化ナトリウム等の電解質は解離して陽イオン、陰イオンの形となっている。この溶液

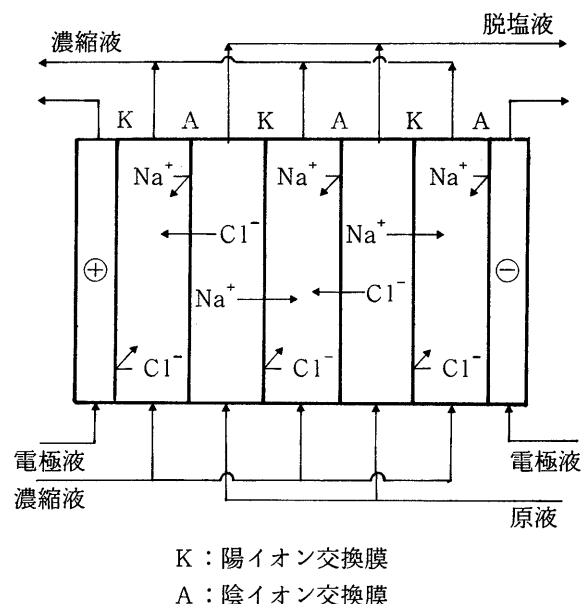


図9 電気透析の原理

に1対の陽極、陰極をセットし直流電流を流すと、陽イオンは陰極に、陰イオンは陽極に向かってそれぞれ移動する。

イオン交換膜による電気透析は、このようなイオンの性質を利用したものである。塩化ナトリウム水溶液の場合では、図9に示すように一対の電極間に陽イオン交換膜、陰イオン交換膜を交互に配列し、直流電流を通じて透析を行う。Na イオンのみが陽イオン交換膜を透過し、また Cl イオンのみが陰イオン交換膜を透過して、隔室ごとに濃縮室、脱塩室となる。この原理を利用して目的とする電解質の脱塩あるいは濃縮を行うことができる。

(2) 脱塩工程

前述の処理の上澄一凝集沈澱一砂炉過を経た一押上水について、図10のような概略図をもつ電気透析装置(TS-2-10型、徳山曹達(株)製)で脱塩処理を行い、食塩と水及び有機物の分離について検討した。電気透析装置の運転方法には、高濃度の液を低濃度まで広範囲に変化させる場合には装置の大きさ、運転効率等により回分方式に限られるので、本脱塩実験は回分方式で行った。なお、使用膜(徳山曹達(株)製)の特性は表3のとおりである。

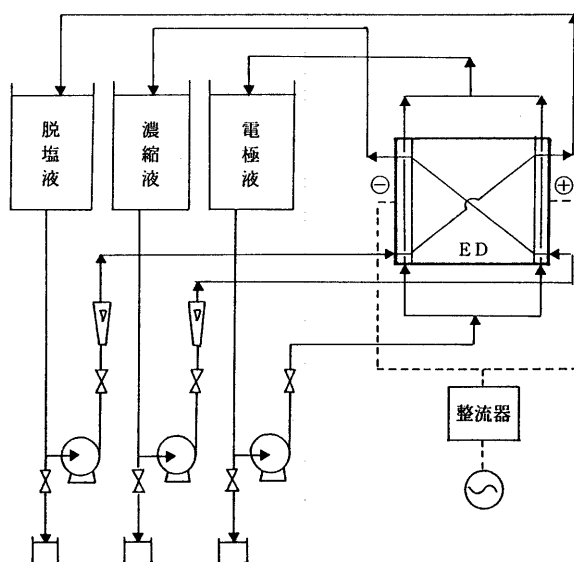


図10 電気透析装置概略図

表3 使用膜の特性

名 称	C M - 1	A M - 1
種 類	強酸性陽イオン交換膜	強塩基性陰イオン交換膜
特 色	陽イオン選択透過性	陰イオン選択透過性
輸率 全イオン	0.98<	0.98<
Na ⁺ +K ⁺	0.70	0.02>
Ca ²⁺ +Mg ²⁺	0.28	0.02>
Cℓ	0.02>	0.98<
交 換 容 量	2.0~2.5meq/gdry	1.8~2.2

初期設定条件

装置 TS-2-10型

濃縮液 井戸水 食塩濃度 0.5w/v%

膜 CM-1/AM-1 1対

仕込量 2.5ℓ

流量 各液とも3.1ℓ/min (6cm/s相当)

電極液 Na₂SO₄ 3w/v%

脱塩液 一押上水 食塩濃度 7.07w/v%

仕込量 18ℓ

この初期条件のもとで各種成分の時間変化をみたのが、図11、12、13であり、表4である。各種成分の分析法は塩務に関する分析法八に準じて行った。基本的には一押上水中の食塩濃度を減少させる、それも水道法の水質基準の塩素イオン濃度200ppm以下を目標にしているため、塩素イオン基準の脱塩率が $1 - (102 / 42900) = 0.9976$ と非常に大きくなっている。そのため回分操作の脱塩方式をとっているのであるが、最終的な電流効率が、

$$18 \times 7.07 \times \frac{1}{100} \times \frac{1000}{58.5} - 2.36 = 19.39$$

$$64.37 \times 100 / (19.39 \times 26.8) = 12.4$$

12.4%と海水からの食塩回収の電流効率約70%前後と比べると非常に小さい。脱塩液の食塩濃

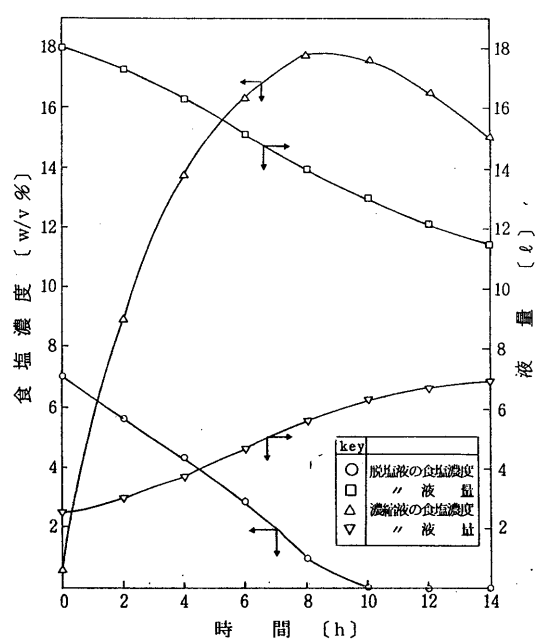


図11 電気透析における食塩濃度及び液量の変化

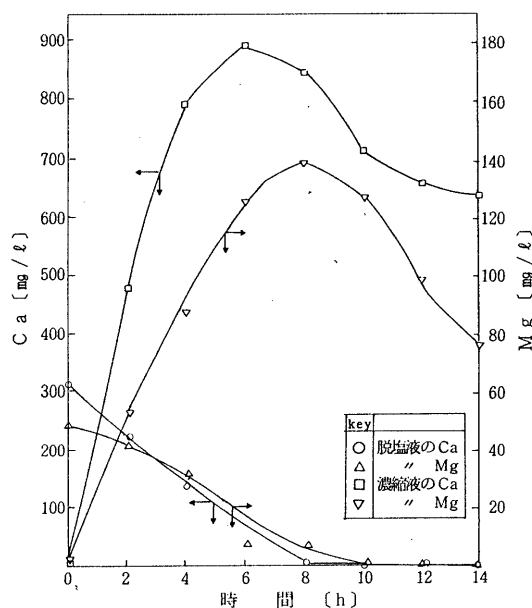


図12 電気透析におけるCa, Mgの濃度変化

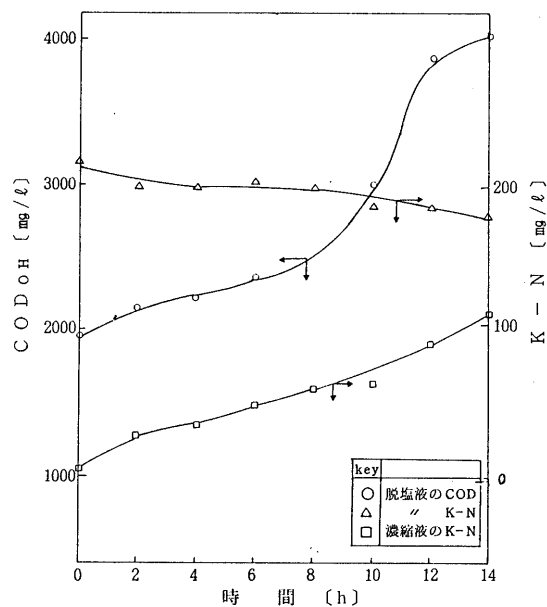

図13 電気透析におけるCOD_{OH}, K-Nの変化

表4 各成分の時間変化

時間	電流	電圧		通電量	伝導度		pH		液温		液量		採取量	Cl ⁻ 濃度	
		槽	スタック		D	C	D	C	D	C	D	C		D	C
[h]	[A]	[V]	[V]	[Ah]	[mS/cm]	[mS/cm]	[-]	[-]	[°C]	[°C]	[ℓ]	[ℓ]	[ml]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]
0	4.5	10	2.2	0	20<	20<	6.38	7.18	9.4	9.4	17.9	2.4	110	42900	3510
2	7.1	10	1.4	12.34	20<	20<	6.26	6.16	17.1	17.5	17.2	2.9	110	34100	53500
4	7.7	10	1.6	26.84	20<	20<	6.39	6.20	20.7	21.0	16.2	3.7	110	26000	83400
6	7.8	10	1.8	39.59	20<	20<	6.58	6.39	15.6	15.7	15.1	4.6	110	17300	98800
8	6.3	10.2	2.7	53.00	17.03	20<	6.73	6.51	18.6	18.7	13.9	5.6	110	6370	108000
10	1.9	12	7.7	61.80	2.33	20<	6.53	6.71	18.9	19.0	13.0	6.3	110	395	107000
12	0.4	12.5	9.0	63.43	0.722	20<	5.51	6.82	17.3	17.3	12.1	6.6	110	104	99800

食塩濃度		Ca ²⁺ 濃度		Mg ²⁺ 濃度		総窒素		SO ₄ ²⁻ 濃度		COD _{OH}	
D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C
[w/v%]	[w/v%]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]	[mg/ℓ]
7.07	0.58	311	4	49.1	2.4	217	4	250	1960		
5.62	8.92	220	480	42.0	53.5	199	29	250	2160		
4.29	13.75	134	796	32.6	87.5	199	36	258	2210		
2.85	16.28	77.6	896	7.5	126	203	50	216	2360		
1.05	17.78	6.0	848	6.1	139	199	61	38	2120		
0.065	17.63	0	716	0	128	185	64	4	3000		
—	16.46	0	660	0	97.2	185	93	0	3880		

D = 脱塩液
C = 濃縮液

度が約1%以下になると、ナトリウムイオン、塩素イオンに伴って移動する水分子の量が増加して、濃縮液での食塩濃度の減少、液量の増加がみられる。カルシウムイオン、マグネシウムイオンについても同様に濃縮液での濃度の減少が起きている。一方、 COD_{OH} の脱塩液側から濃縮液への移動は少なく、脱塩に伴い脱塩液での濃縮が生じている。これは COD_{OH} の成分が非電解質の糖であろうということから推測される。以上のように、回分式電気透析法により一押上水は有機物成分が濃縮され、且つ食塩濃度が極端に減少させられた脱塩液と、食塩、マグネシウム、カルシウム等の濃縮された濃縮液に分離された。

(3) 濃縮液からの食塩の再利用

電気透析法により分離された濃縮液について食塩の回収を目的にして、テフロンコーティングされた二重釜で加熱濃縮し再生塩を析出させた。対照として大根一押上水の $1\mu m$ トーセル処理炉過液を同様に加熱濃縮を行い、無処理塩として再生析出させた。

表4 各成分の時間変化

析出条件		粗製塩	母液かん水
電気透析濃縮度	36.7ℓ	4166g	2600ml
1μm 河過液	64ℓ	3253g	1050ml

粗製塩を遠心分離（1400rpm，9cm，10分）後再生食塩とした。また成分分析は塩務に関する分析法²⁾に準じた。再生塩，無処理塩とも遠心分離の性能不足による水分値の大きいことを除けば、NaClの含有量は当業界で使用されている崎戸特例塩と同様である。不溶解分， COD_{OH} ，色のデータからわかる通り無処理塩は崎戸特例塩に比べて非常に褐色であり、臭気も独特のこげ臭がある。電気透析法による再生塩は， COD_{OH} も崎戸特性塩のそれに近く，色も近いがわずかにこげ臭が感じられる。

再生塩，無処理塩ともカルシウム，マグネシウ

ムの量が崎戸特性塩に比べると小さいが，これは析出ほうに問題があったと思われる。

以上、三種類の食塩を用いて生大根の下漬試験を行った。以下のような仕込みの条件で3日間の下漬試験の結果はのと表6おりである。三つのケースの各下漬大根とも一般成分ではほとんど差がなく，

表5 再生食塩と使用塩

	崎戸特例塩	再生塩	無処理塩
NaCl [%]	97.8	95.8	93.7
水分 [%]	1.0	4.0	5.1
Ca [%]	0.145	0.016	0.123
Mg [%]	0.092	0.003	0.001
不溶解分 [%]	0.0	0.063	0.236
COD_{OH} [mg/ℓ]	166	196	4110
色 L	93.4	88.8	63.3
a	-0.003	-0.002	-0.002
b	0.004	0.003	0.002

	仕込み初期		3 日 後	
タ ン ク 1	生大根	6kg	下漬大根	3.75kg
	崎戸特例塩	1200g	押上水	2.79ℓ
	重石	10kg	温度	13.8℃
タ ン ク 2	生大根	6.5kg	下漬大根	4.15kg
	再生塩	1340g	押上水	2.98ℓ
	重石	8.7kg	温度	13.8℃
タ ン ク 3	生大根	6.9kg	下漬大根	4.30kg
	無処理塩	1410g	押上水	3.49ℓ
	重石	9.1kg	温度	14.2℃
			pH	5.0
			pH	4.9
			pH	5.3

官能的評価が重要である。下漬大根の製品としてみる場合、無処理塩による下漬大根はその食塩由来の色がついて、こげ臭があり官能的に使用不可である。崎戸特例塩と電気透析法による再生塩の製品を比べた場合、色では全く区別がつかないが、香気において前者はさっぱりとした良好な香りであるのに対して、後者はさっぱりとした香りの中にもわずかではあるが、電気透析法の再生塩由来のこげ臭があり、品質の低下をきたした。この再生塩は他の利用法を考えることも可

表6 下漬試験結果

	原 料 大 根	崎戸特例塩大根	再 生 塩 大 根	無 処 理 塩 大 根
水 分 [%]	95.0	82.4	81.1	79.4
全 糖 [%]	2.27	3.33	3.57	3.47
粗蛋白 [%]	0.537	1.03	0.988	0.975
漬液 pH [-]	—	5.0	4.9	5.3
Cl ⁻ [%]	—	5036	6.39	7.67

能である。

(4) 脱塩液の利用

電気透析法による再生塩の使用は、下漬大根の製造であれば若干の品質低下があるが実際の製造所で極度に使用不可能の程度ではないと思われる。電気透析法の利用可能性の是非は脱塩液の利用にある。塩素イオン 200ppm 程度まで脱塩された一押上水は、依然として COD2000～4000ppm を保持しており脱塩されたことにより生物処理等の可能性がでてきたが、さらに排出のみを目的として処理を想定するのは適当でない。そこでこの脱塩液に付加価値をつけるために、一押上水が大根の食塩抽出エキス（食塩は除去されているが）ということに注目して、さらに限外炉過等の清澄炉過を行いジュース化を試みた。

ジュース化配合

電気透析法脱塩液 2ℓ

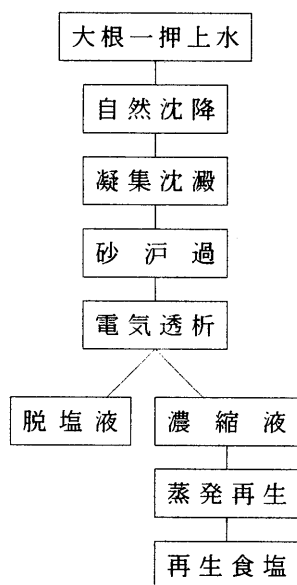
クエン酸 4g
液 糖 160ml
炭酸ガスパージ

このジュース化でも、下漬工程初期に発生する新鮮な緑菜臭を残すことを目的として試験を進めたが、清澄化、脱塩化、特に電気透析では液温が 30℃ 近くまで上昇するため香気の変化が生じてしまう。そのためこのジュースの官能評価は、漬物の漬液としてではなく、飲料として供された場合、漬物臭があり飲料としては可能性がない。

この他にも RM-97 のようなタイトタイプの逆浸透膜で濃縮を行ったり、デキストリンを添加して凍結乾燥粉末化などを試みたが、うまくその価値を見い出すことができなかった。今回は実施しなかったが、浅漬の素のような用途開発を考えてみるのもおもしろい。

{5} 運転費用等

電気透析装置の運転では脱塩液等の取り扱いの問題が残っているが、単純に排出されると仮定して処理工程を考えてみる。前報の平均的な企業 1 社が生産する一押上水は 430m³/年で、実質稼働日数は約 30 日であるから、貯蔵等の問題があるのでその稼働日数中に処理すると、14m³/d の処理能力



を想定すればよい。次の処理工程の装置でイニシャルコスト面で大きいのは、建屋等を除くと電気透析装置（50dm²、250 対、24h 自動運転）及び蒸発装置（ボイラー、一重蒸発缶、固液分離装置）であり、それぞれ 14m²/h の処理能力で 3000 万円、5500 万円である。またそれに伴うユーティリティとしては

電気透析工程

$$\text{電気量} = \frac{1400 \times 10^3}{58.5} \times 26.8 \times \frac{1}{250} \times 170 \times \frac{1}{0.8} \times 20 = 11000 \quad [\text{円}]$$

(Ah) (室数) (V) (効率) (円/kwh)

せんごう工程

$$\text{スチーム} = 7 \times 3000 = 21000 \quad [\text{円}]$$

(m³) (円/m²)

$$\text{電気量} = 25 \times 20 \times 20 = 10000 \quad [\text{円}]$$

(kw)(h)(円/kwh)

でユーティリティ計 42000 円で 1.4t の食塩が再生され、食塩 1 t = 30000 円として 1.4 × 30000 = 42000 円となり両者はほぼ等しい値となる。電気透析装置の膜の寿命は脱塩醤油製造の際の交換率の実績として 20% / 年を考慮すると、一押上水の場合は醤油と比較して有機物の含有率がかなり低いいため長期間使用可能であろう。

以上の試験結果から、電気透析法の運転上解決すべき点は生産される脱塩液に付加価値を見い出す

ことであろう。

5. 一押上水を用いた醤油の試醸

(1) 目 的

下漬工程の際排出される一押上水は、多くの場合排水として処理されているが、観点をかえれば生大根から食塩により抽出された食塩濃度10%の大根水である。この食塩だけに注目してみても、食塩1000kg - 30000円とすると、この排水1m³は食塩として3000円の価値を有している。この価値を見い出そうとして各種処理を試行したが適当な方法は見い出せなかった。そこでこの液をほとんど処理せずに使用できる醤油の原料としてとらえてみた。

この食塩を含有した一押上水全量を仕込み水として醤油の醸造を行い、原料価格の低減化を計ると同時に排水処理を行う。

(2) 仕込み法³⁾

一押上水の上澄液 24l

成分 pH5.2, 食塩9.8%, 還元糖0.375%, 総窒素0.0103%, ss8.4mg/l

麹(県内業者製造) 20l

食 塩 2.8kg

50ゼポリタンク中で一押上水に食塩を溶解後、麹を攪拌混合した。荒糲は2,3日に一度行い、もろみの温度管理としては恒温室中で、仕込み後25日までは19℃,その後上槽まで28℃とした。また対照として、当センターの井戸水で仕込み水を調整した同一麹での試醸も行った。

(3) 結 果

分析用サンプリングはもろみを攪拌混合後行い、No.2 炉紙炉過後、-20℃保存し、上槽後一括してしょうゆ試験法⁴⁾に準じて分析を行った。還元糖のみはソモギー・ネルソン法によった。その結果は

表7 もろみ成分経過

日 数 [日]	温度 [℃]	食塩 [%]	pH [-]	T-N [%]	F-N [%]	還元糖 [%]	色 度 [番]	酸度Ⅰ [ml]	酸度Ⅱ [ml]	滴定酸度 [ml]
7	19.5	17.7	5.81	0.873	0.314	6.30	41	2.55	6.76	9.31
18	19	17.7	5.65	1.06	0.428	7.45	43	3.46	7.94	11.40
43	28	17.9	4.82	1.21	0.613	2.50	40	9.31	9.11	18.42
75	28	18.1	4.80	1.24	0.599	1.40	38	9.62	9.21	18.83
133	28	18.4	4.74	1.24	0.684	1.39	25	10.69	9.42	20.11
189	28	19.5	4.69	1.40	0.641	1.38	20	11.81	10.38	22.19
火入れ後	—	20.2	4.68	1.42	0.727	1.40	16	11.96	10.59	22.55
対照醤油	—	20.7	4.79	1.44	0.727					

表7, 図14で対照醤油とも大きな差は生じなかった。

T-N < 1.5, 色度 16, 無塩可溶性固形分 15%で醤油の規格としては, こいくち上級に属する醤油が試醸できた。醸造香は醤油として良好であり, 官能的にもほぼ満足のいくものである。一押上水から生じるであろう漬物香は全く感じない。一押上水中に含有される少量の ss 成分は, 最終の製品炉過で除去されるであろうから問題を生じないと考えられる。しかし, 一押上水が日本農林規格のしょうゆの定義の中の「食塩水」に適合するか, また一押上水から食塩濃度 18%程度の仕込み水の調整法について検討する必要があるであろう。

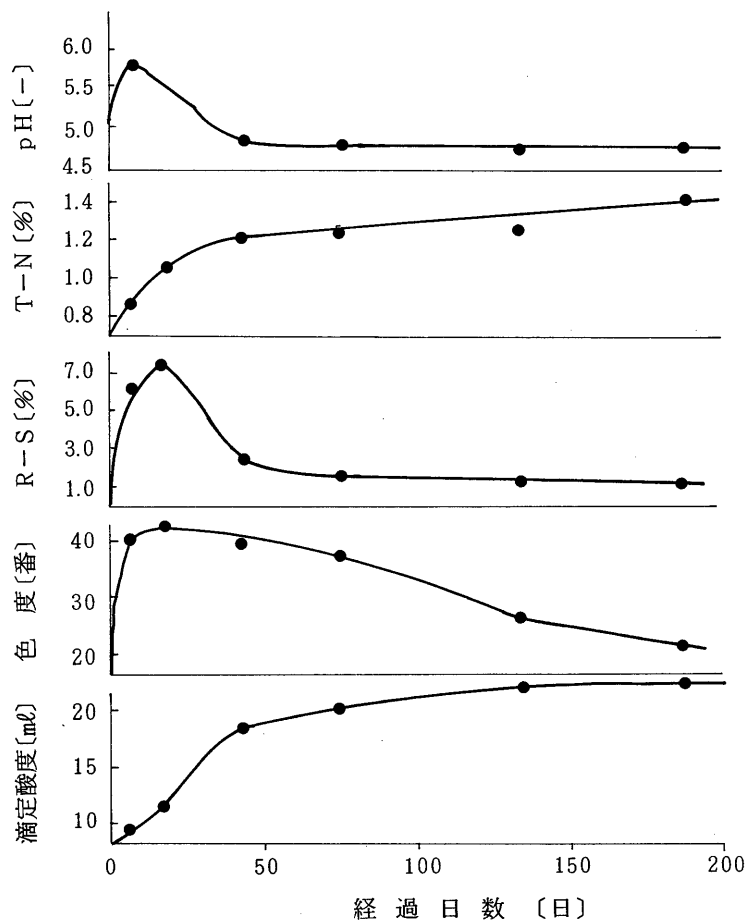


図14 大根一押上水を用いた醤油の試醸

6. 結 言

近隣地域への塩害発生の危険性をもつ一押上水を抜本的な処理なしで、排出せざるを得ないのはいくつかの不可避的理由があり、その中の技術上の問題に取り組んだ。問題となる食塩の分離—食塩と水、食塩と有機物—でかなり有効な手段である電気透析法を中心に処理の展開を考えた。その結果、問題は食塩ではなく電気透析法での副生物たる脱塩液の処理へと変換されただけで、残念であるが抜本的な解決策を得ることができなかった。抜本的な解決策とならないかもしれないが、一押上水の問題となる食塩にその価値を見出し醤油を試醸した。醤油をつくるという点からは様々な問題が発生するかもしれないが、技術的に困難な処理を必要としないで製品化できるという点から、一押上水の処理の新しい可能性を見出したと思える。

参考文献

- 1) 小島ら：食品工業排水における膜利用技術の研究(第 1 報)、茨城県工業技術センター研究報告 第 15 号 (1987)
- 2) 塩務に関する分析法， S 57， 日本専売公社
- 3) 中浜敏雄編，醤油醸造の最新の技術と研究， 日本醸造協会
- 4) 日本醤油研究所編， しょうゆ試験法