総 説

凍豆腐——製造法の変遷、凍結熟成期間の短縮および
「ゆ」からの有効成分の回収——

大 久 保 一 良*

Kori-Tofu: Development of the Processing, Reduction of the Freeze
Aging Period and Recovery of Available Materials from “Yu” Fraction

Kazuyoshi OKUBO*

* Department of Food Chemistry, Faculty of Agriculture, Tohoku University
Sendai-shi, Miyagi-ken 980

かつての我国においては、冬の厳しい寒気で凍結熟成して海綿状の組織にし、解凍後に脱水・乾燥することによって多孔質の保存性の優れた食品がつくられていた。凍豆腐、凍餅、凍そば、凍大根、凍こんにゃく、凍飯、凍うどん、はるさめ、寒天などがこれまでに知られている食品で、はるさめ以外は日本で考え出されたものである。これらの食品がよく用いられたのは江戸の末期から明治にかけてであり、その後使用量が減り、現在市販されているのははるさめ、寒天および凍豆腐に過ぎない。しかも自然の寒気を利用した手工業的製造によるものはごく僅かで、その大部分は冷凍設備を活用した機械的製造によるものである。特に凍豆腐の消費量はごく最近まで年々伸び年間約3万トンの原料大豆を使用する産業に成長し、日本農林規格(JAS)¹⁾で格付けされるまでになっている。しかし、最近の消費量は伸びず、健康志向にもかかわらずむしろ横這から低下のきざしさえみられる。この傾向を懸念して、凍豆腐の90%以上を生産している長野県凍豆腐工業協同組合では農水省の援助のもとに昭和51年4月から構造改善事業を行っており、その中で凍結熟成期間の短縮、「ゆ」からの有効成分の回収および新製品の開発などを試みている。

凍豆腐の誕生から現在までの変遷は宮下の凍豆腐の歴史²⁾に詳しく述べられており、製造法と製造工程の条件については桜井と渡辺の凍豆腐の科学³⁾で解説されてい

る。また、橋詰らは凍豆腐の製造でみられるタンパク質の変化を化学的にとらえ、その変性を利用して新タンパク素材の開発を行っている⁴⁾。

そこで、本稿では上記構造改善事業での検討事項に基づいて、製造法の変遷を簡単にまとめ、各製造工程毎に現在の凍豆腐の特徴を述べ、凍結熟成期間の短縮と「ゆ」からの有効成分の回収について総説する。

1. 製造法の変遷、その名称および日本農林規格(JAS)

豆腐は中国で生まれた食品であるのに対し、凍豆腐は我国の冬のきびしい寒気の中で生まれた独特の食品であり、現在の柔かく口あたりの良い食品になるまでには、数世紀にわたる製造法の変遷がみられ、興味のあることはその間流通加工食品として日本人の食生活に深い根を下ろしていたことである。その由来については宮下の凍豆腐の歴史に²⁾詳しく記載されており、橋詰によって大豆タンパク質の凍結変性の観点からすでにまとめられている⁵⁾。

宮下は凍豆腐の起源を高野豆腐(高野山)とシミ豆腐(信州佐久)とに分けて解説しており、いずれの凍豆腐も豆腐から「一夜氷」をつくり、これを保存するために当時すでにあった寒天、氷こんにゃく、氷餅、氷大根等の製造技術を活用工夫した乾燥品であるとみなしている。そこで、製造技術の変遷との関係を見るために一夜

* 東北大学農学部食糧化学科(〒980 仙台市堤通雨宮町1-1)

表 1 一夜氷と凍豆腐の歴史的名称

一夜氷	(豆腐を一夜で凍らせて翌日食べるもの)
○生水 (なまごおり)	高野山，江戸期から
○速成凍 (はやこごり)	～近畿・中国地方，今でも一部みられる。
○一夜ジマシ (いちやじまし)	～信州，明治・大正年間まで
○シミ豆腐 (しみどうふ)	～東北地方，今でも一部にみられる。
凍豆腐	(一夜氷を凍結熟成・脱水・乾燥したもの)
○高野豆腐 (こうやどうふ)	～高野山，広範囲に普及
○シミ豆腐 (しみどうふ)	～信州佐久
○干豆腐 (ほしどうふ)	～北海道，山形の一部
○水豆腐 (こうりどうふ)	～大阪乾物市場での取扱 い品名(氷餅，氷そば，氷豆腐)，桃山から江戸初期

氷と凍豆腐の歴史的名称を宮下の凍豆腐の歴史から整理してみた(表1)。

豆腐を一夜で凍らせて翌日食べていた食習慣がかつては存在しており，この豆腐を一般に一夜氷といい，地域によって生水，速成凍，一夜シマシ，シミ豆腐とも呼ばれていた。一夜氷は十分に凍結熟成していないために，凍豆腐とは異なった新鮮味のあるテクスチャーをもっている。構造改善事業ではこのテクスチャーとかつては食べていた一夜氷の食習慣に注目して，現在の凍豆腐を乾燥することなく，解凍，脱水後に調味液で味付けし，そのまま冷凍食品として供給する試みを行っている⁶⁾。

この一夜氷が工夫されて乾物となり，高野豆腐あるいはシミ豆腐として桃山時代末期に凍豆腐が生まれたといわれている。この凍豆腐も地域によって名称が異なり，最も普及したのが高野豆腐で，続いてシミ豆腐，別名干豆腐，水豆腐ともいわれていた。シミというのは身にしみ入るような強い寒気のことである。凍豆腐の生産量は江戸時代から伸び始め，天然の寒気を利用した製造法であるために天候に左右されやすかったが，明治34年に冷凍機による製造法の開発で，年間を通して均一な製品が生産されるようになった。さらに膨軟法の開発で，図1に示した製造工程により現在の調理しやすい柔らかな食感をもつ凍豆腐となった。長野県凍豆腐工業協同組合が市販凍豆腐の大部分を生産し，その製造法もほぼ固定化したために，昭和48年に凍豆腐の日本農林規格が制定され，昭和52年に一部改正されている⁷⁾。この規格における「凍り豆腐」とは，1.「丸大豆を原料とした豆腐

図 1 凍り豆腐の製造工程 (松橋作図⁸²⁾)

を凍結し，脱水し，及び乾燥したもの(柔軟加工したものを含む)」で，2. 調味料を添加したもの」となっている。

2. 凍豆腐製造の各工程について

(1) 原料大豆およびその精選

原料大豆を吟味することは他の大豆食品同様に凍豆腐の品質を保つ上に非常に重要なことである。これまで凍豆腐の加工適性に合った原料大豆の選択についての公表された報告はないが，個々の工場で経験的ではあるが，その選択に注意が払われている。その一環としてブラジル・アルゼンチン産大豆の調査団が長野県凍豆腐工業協同組合で組織され，味噌等の場合⁷⁾と同様にその調査報告がなされている⁸⁾。

また，凍豆腐製品は乾燥品であるにもかかわらず，予想外に一般細菌数が多く，製品のごく1部ではあるが 10^7 cells/gに達していることがある。その原因として，原料大豆に耐熱性菌が附着していること，製品の品質に影響するために 100°C ，数分以上の加熱ができないこと

表2 大豆から単離した耐熱性胞子形成細菌の同定¹⁰⁾

菌株 No.	原料大豆	同 定
B-11	Iowa	<i>B. subtilis</i>
B-1	Beeson	"
B-5	"	"
B-15	"	<i>B. coagulans</i>
B-22	"	<i>B. polymyxa</i>
B-25	"	<i>B. subtilis</i>
B-42	"	"
B-44	"	"
B-47	"	"
B-49	"	"

および生豆腐の水洗温度と時間などが考えられる。長沢らは保存性の良い豆腐を得るために豆乳中の芽胞形成菌を破壊し、かつ豆腐の物性が損われない加熱処理方法を検討した⁹⁾¹⁰⁾。その結果、供試大豆の生菌数は品種によっても異なるが1g当り450~4900もあり、10株もの耐熱性芽胞菌を分離し(表2)、その heat activation と germination 工程を UHT 処理と組み合わせることにより、豆乳・豆腐の新しい製造方法を確立した。これらの耐熱性芽胞菌は *Bacillus* で種皮に付着しているものと思われる。従って、あらかじめ乾熱脱皮することにより最終製品の菌数を少なくすることができるだけでなく、副産物のオカラの腐敗を遅延させることができる。さらに不快味成分が胚軸に多く¹¹⁾、しかも胚軸含量が品種によって異なること(表3)¹²⁾から、脱胚軸することにより最終製品とオカラの不快味を少なくすることができる。

(2) 浸漬、磨砕、加熱および濾過

現在の凍豆腐製造においては浸漬大豆に水を注ぎながら磨砕して生呉をつくり、さらに適量の水と消泡剤を加えて加熱し、直ちに濾過して豆乳とオカラを得ている。これに対して沖縄、中国、東南アジアの機械化される以前の豆腐製造においては、生呉を加水しながら濾過して生豆乳を得(生しぼり)、消泡剤を加えることなく発泡させながら加熱して泡の反転を行い、脱泡してそれほど抵抗なく飲める豆乳を得ている¹³⁾。低温抽出においてはタンパク質の抽出率も低下するものの、イソフラボノイドとサポニンの抽出率が著しく低い¹⁴⁾。従って、その抽出物の配糖体含量が少ないためにその豆乳ないし豆腐の不快味がなくなっている。また、豆乳の加熱で得られる褐色の泡は苦味・収斂味が強く、配糖体が多いものと思われる。現在の凍豆腐はきめこまかい柔かい組織であるものの、ザラツキに似た食感のあることも事実で、凍豆腐製品の品質改良にこの古典的な豆腐製造法が参考になる。

凍豆腐の製造で生じるオカラは現在主に飼料として利用されているが、乾燥微粉砕して食品素材用としても一部利用されている。この種のオカラの化学的組成、その性状、栄養価および用途などについては、最近、大久保、本間らによってまとめられている¹⁵⁾¹⁶⁾。

また、現在の磨砕技術は全粒大豆を水に安定に分散させるほどの微小粒子に粉砕することができる¹⁷⁾。この技術を利用して煮豆の濃厚な全粒粉砕懸濁液または浸漬大豆の全粒粉砕懸濁液を加熱後、凍結熟成して凍豆腐様食品にする試みがなされている¹⁸⁾。

表3 粒重量および粒重量に占める種皮と胚軸の重量比¹²⁾

品 種	検体数	粒重量±SD (mg/粒)	占有率±SD, %	
			胚 軸	種 皮
ユ ウ ズ ル	34	410.7±87.7	1.92±0.26	5.69±0.26
コ マ ム ス メ	24	352.7±64.7	2.13±0.35	6.03±0.41
エ ン レ イ	39	309.5±43.0	1.61±0.24	6.55±0.45
ナカセンナリ	30	293.8±37.1	2.41±0.34	5.86±0.71
白 太	44	273.2±38.0	1.89±0.33	6.31±0.40
ネ マ シ ラ ズ	32	264.7±44.1	2.19±0.30	6.39±0.93
農 林 2 号	39	258.5±34.5	1.75±0.18	6.23±0.46
スズユタカ	40	189.0±28.1	2.45±0.34	7.00±0.77
中 国 産	24	188.8±20.4	2.74±0.54	9.04±0.97
米 国 産	30	178.9±41.9	2.55±0.41	7.46±0.95

(3) 凝固

現在の凍豆腐製造における豆乳の凝固は主に塩化カルシウムで行い、これに塩化マグネシウムを加え、場合によってはさらに少量の塩化ナトリウムを加えることによって硬さと滑かさが加減されている。普通の本綿豆腐と異なって凍豆腐用の生地は脱水性が良く、かつ弾力性ときめなどに優れていなければならない。従って、100°Cで3分間加熱した豆乳を塩化カルシウムで凝固するのが最も適している³⁾。このような凝固状態に良く似た豆腐として沖縄の海水で凝固した豆腐がある¹³⁾。この豆腐は塩素イオン(Cl⁻)凝固であると推察され¹⁹⁾、この現象に注目して調べた結果、凍結によつての組織化が優れており、1%塩化ナトリウムでの生しぼりにより配糖体成分の抽出を抑制し、タンパク質の抽出率を上げることができる¹⁴⁾。

凍豆腐の製造で生じる「ゆ」は、現在公害規制のために活性汚泥方式またはラグーンで廃水処理されているが、その負荷を軽減するために構造改善事業では「ゆ」からの有効成分の回収を検討しており、別項でまとめる。

(4) 凍結熟成および解凍

凍結熟成は凍豆腐製造の最も重要な工程で凍結冷蔵または古くから母屋(モヤ)とも呼ばれている。凍結熟成は通常(予冷)→-10°C凍結(送風1~2時間)→-3°C冷蔵(2~3週間:熟成)→解凍…の条件で実施されている。これまで中島らは60分以上の緩慢凍結による氷結晶の生成により多孔質組織ができることを明らかにしている²⁰⁾。また渡辺らは凝固温度65~75°C、0.11~0.14%塩化カルシウムでの豆腐が適し、最大氷晶生成帯通過時間が20~30分で脱水性、弾性、こまかいきめの凍結製品となることを指摘している³⁾。これらの結果に基づいて橋詰らは詳細に検討し、凍結による濃縮の結果、タンパク質分子のSS結合による会合の生じることを明らかにしてまとめている⁴⁾。ごく最近、松橋は通常の凍結条件で全体が凍っているように見えても豆腐成分が全て凍結するわけではなく、成分の凍結移動がおこり、製品として好ましくない芯の形成の原因となっていることを明らかにしている²¹⁾。尚、凍結熟成期間の短縮の項でより詳しくまとめる。

(5) 膨軟処理、乾燥、包装および流通

市販凍豆腐のほとんどが膨軟処理されており、柔らかく食べ易いようになっている。膨軟剤としてはアンモニアおよびかんすい(炭酸カリウム、炭酸ナトリウム又は炭酸水素ナトリウムの1種又は2種以上を含むものに限

る)がJASで指定されている²⁾が、現場ではほとんどかんすいが用いられ、脱水後に処理されている。凍豆腐製造における膨軟処理は、機構的に麵のかんすい処理と似ており、その基礎的研究はなされていないが、凍豆腐の膨軟加工法としていくつかの特許がみられる²²⁾。

膨軟処理した後、熱風乾燥して包装する。この乾燥工程でO/W型からW/O型に変わって油が粒子表面に露出する。従って、凍豆腐では油の酸化がより早く促進されるものと思われ、これに関する報告は少ない⁴⁵⁾が、現場では、包装時におけるN₂充填、脱酸素剤の併用および低温流通が考慮されている。

現在市販されている主なものは約5.5×7×1.8cmの板状のもの3枚ないし6枚の組が数組包装されたもので、その外にこの半分の厚さにスライスし、縄であんだ連豆腐および1口で食べられるように小片にして袋に入れた1口凍豆腐が市販されている。

3. 凍豆腐製造にみられる課題

凍豆腐製造にみられたこれまでの主な課題は冷凍機の活用、膨軟剤による処理、凍結熟成期間の短縮、廃水の処理、「ゆ」からの有効成分の回収、おからの再利用および新製品の開発である。そのうち現在まではほぼ解決し、実施されているのが冷凍機の活用、膨軟剤による処理および廃水の処理である。従ってここでは主に凍結熟成期間の短縮および「ゆ」からの有効成分の回収についてまとめる。

(1) 凍結熟成期間の短縮

凍豆腐の製造には約3週間を必要とし、その大部分はもや(母屋)と呼ばれる凍結熟成期間である。この期間の短縮化が可能であれば、冷凍施設と運転経費の節減となるだけでなく、需要に応じた生産計画が容易となるため、この短縮化が構造改善事業の重要な課題としてとりあげられた。

これまで橋詰らによってこの短縮化の試みがタンパク質の凍結変性の観点から詳細に検討された⁴⁾。即ち、凍豆腐の独特な組織は凍結に伴う濃縮で引き起こされる大豆タンパク質の凍結変性によるとし、生成するSS結合の重要な働きが明らかにされた。この知見に基づいて、橋詰らは凝固直前の豆乳に亜硝酸塩の添加およびSH基保護のための窒素の吹き込みの併用により短縮化を試み、その可能性を指摘している。これに対して、構造改善事業の依頼により山岸らは大豆タンパク質のサブユニットレベルで、岩渕らは大豆タンパク質に及ぼす他成分の影響から検討し、それぞれ短縮化に必要な知見を得ている。即ち、山岸らは7Sグロブリンだけでは加熱不溶

化しにくい、11S グロブリンと一緒に加熱不溶化し、しかも11S グロブリンの塩基性サブユニットと7S グロブリンの β サブユニットが加熱不溶化区分に多く、11Sの酸性サブユニットと7Sの α , α' サブユニットが加熱可溶化区分に多いことを見出した²³⁾。これらの結果から、凍結熟成による組織化は、11Sの塩基性サブユニットと7Sの β サブユニットから主になっている加熱凝集体への11S酸性サブユニットと7S α , α' サブユニットの凍結熟成による取り込みで生じることが容易に推測される。そこで、山岸らは次に分子間相互作用の誘起剤の影響を検討した。その結果、acetyltrimethyl ammonium bromide, acetylcholine bromide, choline chloride および phosphatidyl choline dipalmityl が加熱処理酸沈澱タンパク質の凍結によるゲル強度を増加させた。これらの化合物は全てトリメチルアミンであり、しかもNEMでSH基をブロックした場合にはそのような効果がみられないことから、山岸らはトリメチルアミンのような化合物がSS交換反応を促進し、凍結熟成期間の短縮化に効果的であろうとしている²⁴⁾。

次に岩渕らはまず凍結不溶化に及ぼすイオン強度の影響を調べた²⁵⁾。その結果、大豆タンパク質の凍結不溶化はイオン強度の上昇で促進し、0.1~0.2 Mでその効果が最も著しかった。このイオン強度の効果を溶液の加熱時と凍結時に分けて検討し、構造変化との関係を推察している。さらに抗原活性の測定法を導入し、11S グロブリン²⁶⁾および7S グロブリン²⁷⁾の加熱変性に及ぼすイオン強度の影響を詳細に検討し、その分子構造的差異を明らかにしている。また、 β -コングリニンを加熱解離し、塩によるその再構成に成功している²⁸⁾。これらの結果から豆乳の加熱に及ぼすイオン強度の著しい影響があるものと思われ、さらに凍結不溶化に及ぼすイオン強度の効果²⁵⁾から、加熱および凍結時におけるイオン強度の制御により凍結熟成期間の短縮化が十分に期待できる。

さらに岩渕らは凍結熟成期間の短縮化の観点から注目すべき報告をしている。即ち、大豆タンパク質の凍結ゲル形成に及ぼす脂肪酸ナトリウム塩の影響を調べ、0.1~0.5 MのC₆および0.1 MのC₈の脂肪酸塩の特異的凍結ゲル化効果を見出している²⁹⁾。続いて7S グロブリンを用い、脂肪酸ナトリウム塩との相互作用を明らかにしている^{30,31)}。

松橋は凍豆腐の製造工程を具体的に検討してその結果をまとめ³²⁾、凍結熟成期間の具体的な短縮化法を提案している。即ち、密封した状態で凍結冷蔵で冷凍変性

(スポンジ化)が進むことを見出し³³⁾、フィルム包装凍結法として具体化している³⁴⁾。さらに高压ガスで加圧したまま凍結し、常圧にもどして解凍すると一種のスポンジ構造が形成されることを見出し³⁵⁾、ガス充満凍結法として具体化している³⁶⁾。

(2) 「ゆ」からの有効成分の回収

かつての宿場町における荷役牛馬に「ゆ」を飲ませる風習、豆腐工場の廃水口における川魚の成長促進、「ゆ」での食器の洗浄および廃水器における糸状菌の発生など「ゆ」に関する語り伝えが多い。現在では公害規制のために、この「ゆ」も廃水処理施設で処理されている。この「ゆ」に似た廃液として脱脂大豆から分離タンパクを製造する時に生じる「大豆ホエー」、チーズ製造時に生じる「ホエー」および納豆、味噌等の煮豆で生じる「煮汁」などがある。構造改善事業ではこの「ゆ」に含まれる有効成分の検索を行い、その回収を行うことにより廃水処理施設に対する負荷の軽減を検討した。

限外濾過で「ゆ」から低分子を除き、濃縮・凍結乾燥して得た回収「ゆ」区分は41.7%のタンパク質を含み、糖タンパク質成分が多く、リジンと含硫アミノ酸に富み、そのケミカルスコア(A/E)が48.8であった(表4)³⁷⁾。この各タンパク栄養価を調べ、豆腐製造各区分と

表4 回収「ゆ」区分のアミノ酸組成³⁷⁾
(g/17.51 gN)

Lys	11.03
Leu	4.27
Ile	2.95
Val	3.62
Thr	5.92
Trp	0.62
Phe	2.16
Tyr	3.96
Met	2.93
Cys	2.97
His	3.29
Arg	7.34
Ala	6.14
Gly	5.54
Pro	4.05
Glx	23.60
Ser	5.28
Asx	12.25
Total	107.92
N×5.71	41.7

表 5 凍豆腐製造における各区分の栄養価³⁷⁾

	NPU	BV	D	ケミカルスコア		PER
				A/T	A/E	
凍豆腐	61.5	76.7	94.0	46.5	52.3	2.07
オカラ	44.6	47.4	80.2	22.0	25.1	1.18
回収「ゆ」	44.5	51.7	86.0	38.8	48.4	-1.70

図 2 10% カゼイン食におけるラットの体重増加に及ぼす回収「ゆ」添加の影響³⁸⁾

比較した結果(表 5), 回収「ゆ」区分では窒素代謝と摂食量が正常であるにもかかわらず, 負の PER で, 無タンパク食と同様の体重減少傾向がみられた³⁸⁾。しかし, カゼイン食に回収「ゆ」区分を添加すると, 逆に, カゼイン食よりも著しい体重増加傾向がみられた(図 2)³⁸⁾。これらの結果から「ゆ」の糖質区分には成長に影響する未確認成分が存在するものと推察され, 続いて, その分画を行い, 配糖体およびそのアグリコンの多い区分を得ることができ³⁹⁾, 食品強化素材および生理活性標品の調製が試みられている⁴⁰⁾。この生理活性標品はネズミの体重増減に影響するだけでなく, 血中トリグリセリド, コレステロール, GPT および GOT を低下させる⁴⁰⁾。もともと大豆にはこのような生理活性を示す配糖体成分の存在することが知られ⁴¹⁾, 特に北川らによる大豆サポニンの食餌の効用作用が注目され, 食物の中の生物活性物質(大豆サポニンと脂質代謝)としてまとめられている⁴²⁾。また, ごく最近, 食餌の効用としてソヤサポニンの抗トロンビン様作用が明らかにされている⁴³⁾。これらの効用に基づいて新規サポニン物質, 抗酸化作用剤, 代謝作用薬剤, 抗腫瘍剤および抗トロンビン様薬剤として特許公報されている⁴⁴⁾。

4. おわりに

構造改善事業では「おから」の再利用についても課題としてとりあげており, その現状についてはすでに大久保・本間らによってまとめられている⁴⁶⁾⁴⁷⁾。

凍豆腐はタンパク質の凍結変性を功みに利用した伝承的な保存食品であり, その製造法の近代化が進み, 今日, 尚流通している我国の独特な食品である。しかし, 貧食から飽食に変わってきている現在の食生活により積極的に溶けこむためには, 貧食の時の保存食品からさらに脱皮してその品質と趣向性の向上および多様化が望まれる。

ごく最近, BEACHY ら⁴⁸⁾, NIELSEN ら⁴⁹⁾によって大豆主タンパク質成分の遺伝子から 7S グロブリンの α' と α サブユニットのほぼ完全に近い一次構造, β サブユニットの部分一次構造, 11S グロブリンのグループ I に属する中間サブユニット (A_1B_2 , A_2B_1 , および $A_1B_1B_2$) の完全一次構造およびグループ II の中間サブユニット ($A_3A_4B_3$ と A_3B_4) の部分一次構造が, さらに平野ら⁵⁰⁾によって 11S グロブリンの A_3 サブユニットの完全一次構造がそれぞれ決められた。この構造に基づいて山内らが高次構造を解明しつつあり⁵¹⁾, 分子レベルでの大豆タンパク質の物性発現機構が急速に明らかになるものと思われる。これらの研究成果が凍豆腐のような大豆食品の製造工程に活用されるだけでなく, 大豆タンパク食品素材の新たな用途開発にも応用されるものと期待される。

長野県凍豆腐工業協同組合で行っている構造改善事業では矢野明次専務理事が技術委員長として本事業の推進役となり, 本稿を書くにあたり, 同氏の努力に敬意を払います。

文 献

- 1) 凍豆腐の日本農林規格, 昭和 48 年 6 月 4 日農林省告示第 1082 号, 最終一部改正, 昭和 52 年 9 月 9 日農林省告示第 918 号。
- 2) 宮下 章: 「凍豆腐の歴史」全国凍豆腐組合連合会 (1962)。
- 3) 桜井芳人・渡辺篤二: 「凍豆腐の科学」凍豆腐研究会 (1970)。
- 4) 橋詰和宗: 日食工誌, 26, 450 (1979)。
- 5) 橋詰和宗: 化学と生物, 15, 301 (1977)。
- 6) 公開特許公報, 特開昭 48-18452 (1973)。
- 7) 第 2 回発展途上国商品発掘指導事業報告書 (南米大豆について), JETRO 日本貿易振興会 (1974)。
- 8) ブラジル・アルゼンチン産大豆開発輸入促進調査事業報告書, 長野県凍豆腐工業協同組合 (1978)。
- 9) 森永乳業 (株): 特許第 1048808 号 (1981), 特許

- 第1079790号(1982).
- 10) 長沢太郎・宮川 博・水口健治・加藤 良・島村誠一・桑原邦介・川島拓司・小此木成夫: 日食工誌, **31**, 92 (1984).
 - 11) 大久保一良: 化学と生物, **22**, 11 (1984).
 - 12) 高橋勝美・古林祐二・大久保一良: 豆腐の科学と技術(大豆蛋白開発協会), **1**, 3~13 (1983).
 - 13) 高橋勝美・古林祐二・大久保一良: 食品開発, **17**, 15 (1982).
 - 14) 大久保一良・高橋勝美・山内文男: 昭和59年度日本家政学会北海道・東北支部大会講演要旨(山形市)(1984).
 - 15) 大久保一良: 食品開発, **19**, 11 (1984).
 - 16) 本間 正: 食品開発, **19**, 19 (1984).
 - 17) NELSON, A. I., STEINBERG, M. P. and WEI, L. S.: *J. Food Sci.*, **41**, 57 (1976).
 - 18) USA Patent No. 776733.
 - 19) OKUBO, K. and Shibasaki, K.: IFT International Congress, Kyoto (1978).
 - 20) 中島恭三・田村隼夫: 大阪工業奨励館報告, **5**, 10 (1953).
 - 21) 松橋鉄治郎: 凍結及び乾燥研究会誌, **25**, 6 (1979).
 - 22) 特開昭 48-18451, 特開昭 49-50147, 特許出願公告: 昭 48-17061, 昭 49-8266, 昭 57-12592.
 - 23) YAMAGISHI, T., MIYAKAWA, A., NODA, N. and YAMAUCHI, F.: *Agric. Biol. Chem.*, **47**, 1229 (1983).
 - 24) YAMAGISHI, T., NODA, N., YAMAUCHI, F. and SHIBASAKI, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **47**, 235 (1983).
 - 25) 岩渕せつ子・神島宏味・柴崎一雄: 日本食品工業学会第25回大会講演集, p. 122, 東京(1978).
 - 26) IWABUCHI, S. and SHIBASAKI, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **45**, 285 (1981).
 - 27) IWABUCHI, S. and SHIBASAKI, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **45**, 1365 (1981).
 - 28) IWABUCHI, S. and SHIBASAKI, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **46**, 1481 (1982).
 - 29) 岩渕せつ子・沼沢シゲ子・下瀬川さえ・吉田幸正・柴崎一雄: 農化昭和58年度大会講演要旨, p. 566 (1983).
 - 30) 伊勢崎哲生・岩渕せつ子・山内文男: 農化昭和58年度大会講演要旨, p. 567 (1983).
 - 31) 伊勢崎哲生・岩渕せつ子・山内文男: 農化東北支部会講演要旨, p. 6 (1984).
 - 32) 松橋鉄治郎: 冷凍, **58**, 1152 (1983).
 - 33) 村松信之・松橋鉄治郎: 冷凍, **54**, 567 (1979).
 - 34) 特許第1109391号(昭56特願公告048145).
 - 35) 松橋鉄治郎: 冷凍, **53**, 911 (1978).
 - 36) 特許第1154160号(昭57特願公告049182).
 - 37) 大久保一良・川口美枝子: 家政学会東北北海道支部研究報告第20号, p. 2 (1976).
 - 38) 大久保一良・高橋勝美・曾根清秀・菅原和雄: 昭和57年度栄食東北支部大会要旨, p. 27 (1982).
 - 39) 大久保一良・広川功一・小杉敏行・曾根清秀: 昭和58年度農化大会講演要旨集, p. 593 (1983).
 - 40) 公開特許公報: 昭 59-85265, 昭 59-137421.
 - 41) 大久保一良・高橋勝美: 食品開発, **17**, 39 (1982).
 - 42) 北川 勲・吉川雅之: 化学と生物, **21**, 224 (1983).
 - 43) KUBO, K., MATSUDA, H., TANI, T., NAMBA, K., ARICHI, S. and KITAGAWA, I.: *Chem. Pharm. Bull.*, **32**, 1467 (1984).
 - 44) 公開特許公報 (A): 昭 56-73025, 56-64000, 56-160981, 57-95914, 58-72523, 58-72523.
 - 45) 松橋鉄治郎・黒河内邦夫・酒井武一・村松信之・西沢憲一: 長野食工試研報, **7**, 100 (1979).
 - 46) 大久保一良: 食品開発, **19**, 5 (1984).
 - 47) 本間 正: 食品開発, **19**, 10 (1984).
 - 48) SCHULER, M. A., LADIN, B. F., POLLACO, J. C., FREYER, G. and BEACHY, R. N.: *Nuc. Acids Res.*, **10**, 8245 (1982).
 - 49) THANH, V. H.: 農化講演会, 岩手大学, 種子生理生化学第5回研究会(1984).
 - 50) 平野 久・深沢親房・原田久也: 種子生理生化学第5回研究会講演要旨, p. 1 (1984).
 - 51) 鎌田慶朗・福田みどり・大久保一良・山内文男: 種子生理生化学第5回研究会講演要旨, p. 13 (1984).

(昭和59年9月8日受理)

新刊紹介

Lipids in Cereal Technology

P. J. Barnes 編

タンパク質や炭水化物に関する成書は枚挙にいとまもないが、人畜の食料として脂質の重要なことは言うまでもない。本書は合計23人の研究者の分担執筆によるもので、cerealの構造について解説した後、lipidsの分布、代謝、酵素による分解、cerealの加工(特にパン

と lipids の役割、最後に、米、麦、コーン等の個々の cereal lipid に言及している。本書はこのように、基礎から応用までを広くカバーしたもので、中でも食品加工における lipid の役割について多くのページを割いていることから、cerealに関連する食品技術者の有益な参考書となろう。

15.5 cm×23.5 cm, 425 ページ, 65 ドル (U.S.)

Academic Press Inc. (London) Ltd.

24/28 Oval Road, London NW 1, England,

(1983版)