

懇話会ニュース

日本水産学会水産利用懇話会

平成 25 年度第 2 回講演会を下記により開催した。

題目：水産加工の震災後復興と新たな取り組み

日時：平成 26 年 2 月 7 日（金）15：00～17：00

場所：東京大学農学部 2 号館化学第一講義室

主催：公益社団法人日本水産学会

1. 東日本大震災からの水産加工業の復興にむけて —農林水産技術会議・復興プロジェクト研究のご紹介—

岡崎恵美子

（東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科）

Toward reconstruction of the marine products industry
after the Great East Japan Earthquake.

EMIKO OKAZAKI

(The Graduate School of Marine Science and Technology,
Tokyo University of Marine Science and Technology)

1. 被災地の加工施設の復旧状況

水産加工施設の大半は、漁港の後背地等の沿岸部に集中しており、東日本大震災の津波により甚大な被害を受けた。地盤沈下や冠水等による都市計画の遅れ、加工団地や物流関係の整備の遅れ、二重債務等による経済的困窮、建設資材の高騰、人手不足等により種々の困難があるが、震災後 3 年以上を経過した今、官民挙げての支援策が講じられた結果、地域によって差はあるものの、水産加工業界では工場の再建に向けた動きなどが本格化してきている。加工流通関係では、被災 3 県（岩手・宮城・福島）の 34 産地市場施設のうち、68%（23 施設）が業務を再開し（2013 年 1 月末現在）、水産加工施設の 74%（608 施設）が業務を一部再開（2013 年 3 月末現在）しているとされる（平成 25 年水産白書）。

しかしその一方で、水産加工業等の売上高の状況については大変厳しく、被災直前と対比して売上高が 50% 未満との回答者が 50% 近くを占めるとの調査結果（2012 年 9 月）もあり、必ずしも施設の復興と加工業そのものの復興は一致していない。業界での聞き取りによれば、稀な例であるが生産の回復は 8 割程度でも売り上げが被災前の 100% を超えた企業もあるが、施設が復旧しても生産ラインを稼働できない例が多い。

無事に工場再建を果たし、生産を再開した加工業者においても、震災による休業期間に他社製品に顧客を奪わ

れて失った販路の取り戻しは大変難しい。従来通りの生産ができず将来が見通せなければ長期雇用も保証できず、従業員も十分に確保できない状況が続く中、加工場の再開を諦める業者も出てきている。水産加工業者は、被災で失った期間のブランクの大きさを、営業を再開してあらためて思い知らされているようである。

このような状況を打開するための方策として、地域ならではの新たな魅力ある水産加工品の開発や生産性の向上、従来の加工品の高付加価値化による地域ブランド創出や販路開拓などの取り組みなどが必要である。しかし、甚大な被害を受け復興の途上にある水産加工業者の企業努力だけでは、これらの課題の遂行に長い年月を要する。今後、これらを支援する体制の整備が不可欠であると考えられる。

2. 被災地域における公的試験研究機関の利用加工部門の状況

水産加工産業は全国で 10,000 近い加工工場があり、地域の経済と雇用を支える重要な産業であるが、80% 以上が 29 人以下の零細な業態である（2008 年漁業センサス）ことから、水産加工や流通に関する技術の開発・改良・研究の支援を行う公的試験研究機関の果たす役割は非常に大きく、それぞれの地域における水産加工振興の中核的役割を担っている。

今回被災した各県の公的試験研究機関においては、2011 年度のうちに復旧に着手できた機関もあれば、その一方で被災後 3 年後の現在も仮施設で活動せざるを得ない機関もある。これらの機関では、水産利用加工の専門職員が少なく、業務が再開できても震災後の対応に多忙を極め、本来の水産加工振興のための業務に十分な人手を投入できない場合も多い。今後の被災地域の復興支援において、こうした試験研究機関の業務を重点的に支援することも、重要な柱の一つであると考えられる。

3. 農林水産省による被災地復興支援プロジェクト研究における既存技術の実用化への取り組みの例

「我が国の食と農林漁業の再生のための基本方針・行動計画」においては、体質強化のため、「独立行政法人、大学、民間、都道府県等の総力を結集し、農林漁業の成長産業化に必要な先進的な技術の開発・実用化・普及を戦略的に推進する」ことが求められている。農林水産省では、東日本大震災の被災地を早期に復興し新たな食料生産地域として再生するため、我が国に蓄積されている多数の農林水産分野の先端技術を活用し、また組み合わせ、最適化し体系化することにより、その普及・実用化を促進するための大規模実証研究として、「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」を岩手県（平成 24 年度～）、宮城県（平成 25 年度～）を対象としてスタートさせた。講演会においては、これらの事業において著者も一部関わった「通電加熱技術」の実用化への取り組み

みを紹介した。

通電加熱（ジュール加熱）は電気抵抗体である食品に電気を流すことで食品自体が自己発熱して加熱される仕組みであり、かまぼこの加熱技術として1990年代に日本で実用化に成功した。その後、練り製品のみならず味噌やマヨネーズなどの加熱殺菌にも使われるようになり、食品産業の技術革新に幅広く貢献した。一方、大きさや形状が不揃いで電気的処理が難しく、また組織が脆弱なため連続的な機械処理が難しい水産物には、ほとんど適用されてこなかったが、①比較的短時間で均一加熱、②美味しさ成分の保持など高品質化、③省エネ、省コスト、などの優位性が被災地復興支援に役立つポテンシャルの高い技術として期待されたことから、その実用化研究が上記のプロジェクト研究の一部として採択された。現在、サンマ、サケ、ウニ、イクラ、ワカメなど被災地の水産食品を対象として商品化、地域の活性化に繋げるための研究が行われ、地域の現場にも少しずつ理解が広がっているところである。

従来の大学や研究機関を対象とした各種プロジェクト研究における技術開発では、技術の新規性や原理解明、その結果としての論文公表等の学術的側面が重要視される一方、せっかく開発された技術やアイデアも、現場への落とし込みについては利用者に任されていたきらいがあり、これでは復興の大きな力にはなり難い。復興事業の大きな目標は、現状への単なる復帰ではなく、現状を打ち破り、新しい水産加工産業のモデルを震災地域に打ち立てることであり、今回の復興プロジェクト研究において、「既存技術を活用した実証研究」と銘打っているのは、このためである。我々が行うことのできる地域現場への技術的支援は限られているが、目的とする原料の特性に応じたきめ細かな応用技術研究を通じて、実用化産業化を目指すことの大切さをあらためて痛感しているところである。

2. 温度・湿度・圧力制御式乾燥法による 高品質な魚介乾製品の開発

三浦 靖
(岩手大学農学部)

Development of dried fishery products using temperature-humidity-pressure-controlled drying process

MAKOTO MIURA

(Faculty of Agriculture, Iwate University)

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴って発生した津波、余震により引き起こされた東日本大震災により、東北地方沿岸部は甚大な被害を受けた。著者らは、地震・津波被害を受けた三陸沿岸地域における水産加工業の復旧・復興により、被災地の経

済復興を早期実現するために、水産加工技術の革新に向けて研究開発を進めている。本稿では、高効率で高品質な水産加工食品を製造するための温度・湿度・圧力制御式乾燥法への取り組み事例を紹介する。

1. 東日本大震災の教訓

東北地方太平洋沖地震は、震源が岩手県沖～茨城県沖までの南北約500 km、東西約200 kmであり、モーメントマグニチュードは9.0、最大震度は宮城県栗原市での7であった。津波は波高10 m以上、最大遡上高40.1 mであり、地震により建造物の倒壊、液状化現象、地盤沈下が起きた。停電世帯800万戸以上、断水世帯180万戸以上、死者15,884人および行方不明者2,633人（2014年3月10日時点）、震災関連死者2,916人（2013年9月30日時点）、建築物の全壊・半壊40万151戸（2014年3月10日時点）、避難者等数26万7,419人（2014年2月13日時点）であった。直接的被害の試算額は16兆～25兆円とも言われており、これは岩手・宮城・福島県の県内総生産額の合計に匹敵し、経済損失額は世界史上最大であった。

東北圏広域地方計画協議会が公表した東日本大震災教訓集「広域大災害に備えて」～国民の安全・安心の確保に向けて準備すべき29の要点～では、東日本大震災発生以降の対応を、(1)発災・初動対応期、(2)応急復旧・被災地応急対応期、(3)復興期に区分している。そして、農林水産業にとっての教訓として、復興に資する早期の経営再開や経営統合等の体質強化が必要であることを指摘し、この活かし方として6次産業化などのアグリビジネスの推進、地域の農家、食品製造業者等の連携による高品質な農産物や高付加価値の新たな加工食品の開発を挙げている。また、ものづくり産業にとっての教訓として、災害に強く、競争力のあるものづくり産業の構築が必要であることを指摘し、この活かし方として生産・物流拠点の整備、再配置や事業継続計画の策定等の災害に強い産業づくりの推進を挙げている。しかし、これらは当事者にとって抽象的であり、直ちに行動するためには具体的な実施内容や行動の指針の提示が必要であると思われる。農林畜水産業では、「6次産業化などのアグリビジネスの推進」に関して5W1Hを明確にすること、「地域の農家、食品製造業者等の連携による高品質な農産物や高付加価値の新たな加工食品の開発」に関して高品質と高付加価値を明確に定義することが必要であろう。ものづくり産業では、「生産・物流拠点の整備、再配置や事業継続計画の策定等の災害に強い産業づくりの推進」に関して、従来型の生産管理方式の限界が見えたこと、および他人事ではなく、明日の自分という認識を持つこと、形式ではなく本質を突くこと、机上の空論ではなく実行可能な立案をすること、行動の5W1Hを明確化することが必要であろう。

2. パラダイムシフトで「真の水産業復興」を目指す

パラダイム (paradigm) の本来の意味は規範や範例のことであり、科学史家トーマス・クーンの科学革命で提唱したパラダイム概念が、拡大解釈されて一般化されている。現在では、認識の仕方、考え方、常識、支配的な解釈などを指す意味合いで使用されている。そして、パラダイムシフトは、広義では発想を転換すること、見方を変えること、固定観念を捨てることなど意味し、狭義ではその時代や分野において当然のことと考えられていた認識や思想、社会全体の価値観などが革命的あるいは劇的に変化することを意味する。真の水産業復興の実現のためには、先入観や固定観念に囚われない価値観と着想による技術を開発し、これを普及・定着させるという水産業のパラダイムシフトが必須であると考えられる。

3. 岩手大学における水産業復興支援の取り組み

岩手大学では、東日本大震災直後から掲げてきた『「岩手の復興と再生に」オール岩大パワーを』というスローガンのもと、早期復興を目指している。2011年10月に「岩手大学三陸復興推進本部」を立ち上げ、地域の要望を最優先として復興支援の取り組みを行うとともに、「釜石サテライト」を設置し、三陸沿岸中部の被災自治体へ積極的に情報の収集・提供を行ってきている。2012年4月1日からは、各部門に専任教員・研究員等を配置し、全学組織の「岩手大学三陸復興推進機構」に改組した。この機構は、教育支援部門、生活支援部門、水産業復興推進部門、ものづくり産業復興推進部門、農林畜産業復興推進部門、地域防災教育研究部門の6部門から構成されている。そのうち、水産業復興推進部門は、水圏環境部門、水産・養殖部門、新素材・加工技術部門、マーケティング戦略部門から構成され、東京海洋大学および北里大学と連携する体制をとって、『SAN-RIKU (三陸) 水産研究教育拠点形成事業』を推進している。また、同月には三陸沿岸北部の被災地自治体の要望を聴取するため「久慈エクステンションセンター」、10月には三陸沿岸中部に位置する宮古市や近隣自治体の要望を収集するため「宮古エクステンションセンター」を設置した。さらに、2013年4月には三陸沿岸南部の活動拠点として大船渡エクステンションセンターを設置した。そして、同月に三陸沿岸地域等の復興を推進するため、水産業の人材育成と研究開発を通じた水産海洋分野に係る実用化研究拠点として岩手大学三陸復興推進機構釜石サテライト棟を釜石市平田地区に竣工するとともに、同施設内に「岩手大学三陸水産研究センター」を設置した。当センターは、従来の水産業に科学的根拠に基づく技術を導入して高度化すること、水産業関連技術者の高度化教育や人材育成を行うことを本務にしている。

4. 食品開発の本質

我々を取り巻く社会情勢を人口構成・動態から見てみ

る。今や我が国は、高齢化率が24.9% (総務省、2014年1月20日公表) である超高齢社会にある。中高年層のうち、アクティブシニア (50~64歳) は、これまでの中高年層とは異なる生活意識と行動様式を持つことから、産業側は新しい消費を生み出し、拡大するボリュームゾーンになると期待している。したがって、開発商品の主たる購買者としてアクティブシニアと高齢者が浮かび上がってくる。また、平成25年 (2013) 人口動態統計によれば、死亡数は127万5千人であり、死因が悪性新生物 (28.6%)、心疾患 (15.4%)、肺炎 (9.7%)、脳血管疾患 (9.3%) の順である。そして、肺炎による死亡者の95%が65歳以上の高齢者であり、90歳以上では死因の第2位になっており、その70%程度が誤嚥性肺炎である。したがって、咀嚼・嚥下機能が低下した高齢者に対応した加工食品の開発も見逃せない。

次に、産業面を見てみると、2011年度農業・食料関連産業の経済計算によれば、農業・食料関連産業の国内生産額は、94兆750億円であり、全産業 (898兆4796億円) の10.5%を占めており、我が国経済の中で一大産業分野を形成している。内訳は、農業9兆4,526億円、漁業1兆4,361億円、食品工業33兆6,320億円、資材供給産業2兆7,249億円、関連投資1兆9,869億円、飲食店20兆3,259億円、関連流通業24兆3,102億円である。したがって、食品工業や飲食店と連携した水産業の市場拡大の可能性は高いと思われる。

次に、食に関する潮流を見ると、(1)消費者志向〔①健康維持、②安全性確保、③簡便性、④アメニティとホスピタリティ、⑤食文化の多様性、食の匠の尊重〕、(2)持続可能型社会志向〔①発生抑制、②再利用、③再資源化、④分別・分解、⑤廃棄物のエネルギー資源化、⑥修理、⑦無駄の排除という7R、ファクターX = [製品性能/資源投入量] × [製品性能/環境負荷] (X = 4~20)〕、(3)食の安全・安心・信用を失う出来事に整理できる。したがって、実直なモノ創りという方向性が見えてくる。

そして、地域特産品としての加工食品を見てみると、①既存食品に素材として特産品を加えただけの物が多く、新規性や独自性、話題性に欠く、②単に食品素材を2次加工しただけで、色や風味が劣る物が多い、③販売価格に値頃感がないものが多い。今後は問題解決型のモノ創りに切り換えなければならない。さらに、調理 (感性と技能) と加工 (理論と技術) との違いを認識し、従来からの職人芸を技術に進化させるとともに、科学的根拠に基づいた技術を工学的思考で適用していくことが肝要であろう。

最後に、商品としての食品を見てみると、その具備事項は、①安全性、②おいしさ、③適切な価格、④使用原料と最終製品の関係における必要性和必然性、⑤健康性、⑥美粧性、⑦簡便性、⑧ユニバーサル性、⑨低環境負荷、

⑩ホスピタリティと開発・製造者の創意工夫・思い入れ、に整理できる。これらのうち、最低でも項目①～④を満足する加工食品を開発しなければならないと思われる。

5. 温度・湿度・圧力制御式乾燥法による高品質な魚介乾製品の開発

魚介類の乾製品は、水分活性 (a_w) を低下させて保存性を向上させること、および生鮮品にはない独特の風味を付与することを目的にして製造されている。ここで、水分活性とは水分子の熱力学的自由度を表す物理量であり、 $a_w = [\text{ある温度での食品中の水の平衡水蒸気圧}] / [\text{同温度での純水の平衡水蒸気圧}]$ で定義され、この値が小さいほど食品の保存性が高いことを示す。一般に、魚介乾製品が常温で腐敗することなく、保存可能な水分含量の上限は 40% (w/w) であると言われているが、保存性は水分活性に依存している。代表的な魚介乾製品には、①素干品、②塩干品、③煮干品、④焙乾品、⑤凍乾品の 5 種類がある。著者らは、魚介乾製品の中で最も代表的な塩干品を選択した。しかし、従来の魚介乾製品は、水分活性を低下させ保存性を向上させるために多量の食塩を含浸させて製造されてきたため、食塩の過剰摂取が懸念されている。

魚介乾製品を製造するための乾燥方法は、次の 5 種類に大別される。①天日乾燥法は、太陽の放射熱で原料を加温して水の蒸発を促進し、原料表面を覆っている湿潤空気層を風によって界面更新させて乾燥させる方法であり、乾燥と放置の反復による表層の乾燥、水の内層から表層への拡散を繰り返している。②凍乾法は、夜間の気温が -5°C 前後、日中の気温が 0°C 以上になるような寒冷環境で、凍結と融解の反復より脱水・乾燥させる方法である。③熱風乾燥法は、加熱空気て原料を加熱して水の蒸発を促進し、原料表面を覆っている湿潤空気層を気流によって更新させて乾燥させる方法である。④冷風乾燥法は、除湿した冷風の吹き付けにより乾燥させる方法である。⑤焙乾法は、蒸籠に原料を並べ、これを数段積み重ねて焙乾炉に乗せて乾燥する方法である。魚介乾燥は、表面からの水の蒸発（表面蒸発）と内層から表層への水の拡散（内部拡散）によって進行する。魚介中の水の内部拡散は、拡散・浸透に関わる Fick の拡散第 1 法則に従い、その速度は水分含量の勾配に比例する。魚介に表面蒸発が起きると、表層と内層との間に水分含量の勾配が生じ、水は内部拡散する。しかし、乾燥がある程度まで進むと、筋繊維が収縮して相互に密着するため水の移動路は塞がれ、さらに表層の筋肉が硬化するので、水の内部拡散および表面蒸発は抑制されて乾燥速度が急速に低下する。したがって、表面蒸発量と内部拡散量が等しい場合に、最も効率良く乾燥が進行する。一方、表面蒸発量が内部拡散量を上回るような乾燥では、

魚介表層が急速に乾燥するために表層近くの筋肉は収縮・硬化し、水の表面への拡散が次第に遅くなり、ついには停止する。著者らが採用している低温除湿乾燥法は、段階的に設定した低温・低湿の気流により、表面蒸発量と内部拡散量とを均衡させているために効率的な乾燥ができる。

水産加工食品では、塩味が強いわりには水分活性が高く、水分活性を食塩により低下させようとするとかかなり塩辛くなってしまうばかりでなく、食塩の過剰摂取の原因になる。「日本人の食事摂取基準」（2010 年版）での 1 人 1 日当たりの食塩摂取量は 10 g であるが、平成 24 年国民健康・栄養調査によると、食塩摂取量は 1 人 1 日当たり男性全体平均で 10.8 g、女性全体平均で 9.3 g であり、1995 年以降は年々減少している。しかし、年齢階級別に見ると、男女とも年齢とともに摂取量が増加する傾向にある。したがって、減塩化に対応した製品開発が急務となっている。著者らは、水分活性低下剤としてグルコン酸カリウムを用い、塩味付与のために食塩を用いることで、水分活性の低下と食塩量の低減を図っている。グルコン酸カリウムは pH 調整剤としての需要が増えているが、他の有機酸塩類に比べて刺激性、苦味、渋味が少なく、添加量を増やしても食品の味にあまり影響を与えないという特徴がある。

さて、代表的な魚介乾製品の原料魚であるホッケ、マサバ、サンマの脂質含量は、それぞれ 6.9%、16.5%、16.2% と高く、トリアシルグリセロールの構成脂肪酸のうち不飽和脂肪酸の割合が高いために、魚介乾製品は乾燥工程で脂質の酸化が容易に起きる。そこで、天然酸化防止剤であるローズマリー抽出物を用いることで、過氧化物価を指標として脂質の酸化抑制を図っている。ローズマリーの水溶性抽出物の主成分はロスマリン酸、非水溶性抽出物の主成分はカルソノール、カルノジック酸およびロスマノールである。この両抽出物を併用することで、色素退色防止、酸化臭発生防止などの効果が知られている。

著者らは、従来の天日乾燥法に代わり低温除湿乾燥法による魚介乾製品の高効率な製造、グルコン酸カリウムによる水分活性の低下、およびローズマリー抽出物により脂質酸化が抑制された高品質な魚介乾製品の製造法を確立した。そして、岩手県久慈市にある水産加工企業へ技術移転し、商品名「潮騒一夜干し」の製造・販売が開始された。

本稿では、「真の水産業復興」に資するための食品加工技術のうち、高品質な魚介乾製品を製造するための温度・湿度・圧力制御式乾燥法を紹介した。現在を水産加工業革新の好機と捉え、科学的根拠に基づいた製造方法を開発し、復興地域へ提案・定着することにより、水産加工業の復興の一助になればと考えている。