

|              |                                                                                                                                                   |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 伝統食品におけるイノベーション活動と主導権争い : 豆腐産業の事例                                                                                                                 |
| Author(s)    | 金間, 大介; 貴戸, 武利                                                                                                                                    |
| Citation     | 年次学術大会講演要旨集, 31: 559-562                                                                                                                          |
| Issue Date   | 2016-11-05                                                                                                                                        |
| Type         | Conference Paper                                                                                                                                  |
| Text version | publisher                                                                                                                                         |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/13889">http://hdl.handle.net/10119/13889</a>                                                                 |
| Rights       | 本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management. |
| Description  | 一般講演要旨                                                                                                                                            |

## 伝統食品におけるイノベーション活動と主導権争い：豆腐産業の事例

○金間 大介（東京農業大学）、貴戸 武利（中田食品）

1. はじめに

食品企業におけるイノベーションの方向性の1つとして、食品の需要が急速にカスタマイゼーションへと変化していることが挙げられる（Boland, 2008）。消費者はより消費者自身にテラーメイドされた製品を好むようになった。これは先進国が全体的に高齢化していることにも起因している。日本国内では、年齢が上がるにつれて家計における食費は増加する傾向にある。この額は高齢者となっても大きく落ち込むことはない。その一方、摂取カロリーは年齢とともに徐々に低下する。つまり、単位カロリー当たりにかかる価格が上昇する。

先進国全体の中位年齢は、1990年には34.4歳であったが、2020年には41.8歳に達する見込みである。また、65歳以上の人口割合も1990年の12.5%から2020年には19.1%に上る予測がなされている。今後、先進国における市場の中核となる高齢者は、特に健康影響に敏感で食品に対しても厳しい評価を持っている。そのため食品企業には、これまで以上に高い科学技術力が必要となっている。

技術的に高度なイノベーション活動を実施するには、自社内のリソースだけでは完結が困難である。有効な知識や技術は、サプライヤー、ユーザ、大学、競合他社、異業種の企業など、あらゆる外部組織からもたらされる可能性がある（Laursen and Salter, 2006; Laursen, 2012）。ただし、外部と連携する際には、技術や知識の漏えいにも配慮しなければならない（Laursen and Salter, 2014; Dahlander and Gann, 2010）。外部との連携や自社技術のオープン化には社内で秘匿すべき知識が流出してしまうというリスクが存在する（Breschi and Lissoni, 2001）。特に企業は、コア技術に関する知識が競合他社にわたらないように注意を払わなければいけない（Cassiman and Veugelers, 2002）。個別要素技術に関する知識に加え、どのような技術開発に力を注いでいるのか、どのような方法によって課題を解決しようとしているのかといった情報も、競合他社には有益となり得る。この予期せぬ漏えいに対応すべく、企業は特許や意匠をはじめ様々な法的手続きを通して様々な防衛策を講じている（Grimpe and Hussinger, 2014）。このような状況の中で求められるビジネスモデルは、増加するステークホルダーや関連する組織の中においてサプライチェーン全体をコントロールするためのチャレンジである（Bigliardi, Bottani and Galati, 2010）。

また、オリジナルの食品企業は外からの攻撃にも備えなければならない。近年、よりイノベーティブな異業種の企業がフード・サプライチェーンに参入し、イノベーションを実現し成功を収める例が見られ始めた。これらの企業はもともと属する市場における競争を繰り返しながらイノベーション・マネジメントを高度化してきており、その能力を生かして食品産業でのシェアと競争力の奪取を成功させている。

本研究では、この現象の典型的なケースとして、日本の伝統食品の1つである豆腐産業に焦点を当てる。ここでは豆腐産業の特徴や豆腐製造の技術的背景を踏まえた上で、ゲームチェンジがなされた軌跡について検討する。

## **2. 研究方法**

本研究はシングル・ケーススタディの方法論を採用する。複雑な事象に対する理解、新しい理論の構築、統計的な振る舞いから外れた現象の理解を深めることに對し、ケーススタディはとても有効である (Yin, 2009; Flick, 2014)。その一方、信頼性や俯瞰性など、いくつかの点においてシングル・ケーススタディには限界がある。

それでもなお、本研究においては次の 2 つの利点が存在する。その 1 つは複数のアクターの関係を動的にとらえることである (Latour, 2005)。本研究のように、伝統的な産業における創造と破壊がなされるとき、複数のアクターがそれぞれの文脈をもって複雑な振る舞いを見せる。それを、あるアクターに焦点を当ててシナリオベースで紐解くことが可能となる。もう 1 つの点は、既存の理論の拡張あるいは異分野への適用である。本研究の理論的ベースとなるオープン・イノベーションは主にハイテク産業を中心に構築されてきた。本研究は、その理論的フレームワークをベースとしながらも、食品産業の中でも伝統的な食品への拡張を試みる。

のちに詳述するように、豆腐は非常に古くから存在する伝統食品である。したがって、その産業の歴史も深い。しかし現在の食生活の多様化が同産業にも影響を与えている。日本国内では、豆腐は主に 1 丁 (約 350g) 単位で売られている。豆腐の販売価格は近年、低下の一途をたどっている。当然の帰結として、日本国内の豆腐メーカーの数は減少している。かつては小さなコミュニティごとに豆腐メーカーは存在していたが、現在では年間 500 件のペースで減少している。これらはどのような原因により進行しているのか。本研究では、複数のインタビューや、論文、書籍、特許等の文献調査を組み合わせることで、古く変化に乏しい産業においても、オープン・イノベーションの波が押し寄せていることを示す。

## **3. 豆腐製品の特徴**

### **3. 1 豆腐の歴史的背景と日本食における位置づけ**

豆腐は中国において開発された大豆食品であり、その歴史は 1000 年以上になると言われている。その後、アジア各国に豆腐の製造法や料理法の食文化が伝わっている。日本においては貴族や僧侶などの身分の高い者だけが食べることのできる食品であったが、江戸時代に入ると社会環境が変化し、徐々に一般庶民でも食べることができるようになった。

近代に入っては、製造機械の開発が進んだことで大規模かつ低コストでの生産が可能となった。その後も、様々な技術開発や創意工夫が行われ続け、日本独自の豆腐文化が培われて現在に至る。小売店において、豆腐売り場は食の多様化が進む中でも未だに専用の大きな売り場を確保しており、複数の豆腐製造業者から提供された木綿豆腐、絹ごし豆腐、寄せ豆腐、焼き豆腐などの様々な豆腐が並ぶ。刺身のように、塩味の強い調味料を食品の一部に付けて食を進みやすくしながら、素材そのものの味を楽しむという独特で繊細な食文化の象徴となっている。

以下の 4 つの理由により、日本における豆腐は地域性豊かな食品となっている。1) 地域ごとの気候風土に合わせた大豆品種の開発が進められている。2) 豆腐の市販価格が低いために他地域へ運ぶと送料の割合が大きく競争力が低下しやすい。3) 一般的に賞味期限が短く遠方へ運ぶ輸送時間が問題となる。4) 淡泊な味のため料理の食材として使用しやすく地域の郷土料理の食材として組み込まれていった。

### **3. 2 豆腐の差別化と 3 つの競争要件**

豆腐の原料は大豆である。日本で製造される豆腐に使われる大豆の約 90% は米国やブラジルからの輸入である。これら大豆は廉価で品質が安定しているため、豆腐メーカーにとって重要な原料となっている。一方で、大豆の品種を日本産に限定することで独自の豆腐の味を出していることを消費者に訴求

するメーカーもある。日本産大豆は品質や収量が不安定なためコスト高となるが、一定の人気があり差別化の要素となる。また、豆腐作りは江戸時代から行われてきたため、地域やメーカーによって作り方のディテールが異なる。これがいわゆる職人の匠の技として豆腐の味や食感に微妙な違いを生む。つまり、技能や技術ノウハウが製品の差別化要素となる。

そのため、多くの消費者は豆腐の味が大豆の品種と製造技術ノウハウに起因すると考えている。この認識は間違いではないが不足している。実際には、大豆の品種が同じで、かつ同じ技術ノウハウで豆腐を製造する場合でも、凝固剤の種類を変えることで味の異なる豆腐を作ることが可能である。

さらに特徴のある新たな製品を開発するという豆腐メーカーの要求に対しては、大豆の品種改良ではスピード面で対応が難しく、結果として凝固剤をはじめとする添加剤の開発が豆腐業界に大きな変化をもたらすようになった。

そこで本研究では、豆腐の味を決める要素として、大豆の品種、製造技術ノウハウに加え、第3の要素ともいえる豆腐用凝固剤に焦点を当て、近年にどのような開発が行われているのかを整理した。それにより豆腐製造におけるイノベーション・プロセスと主導権争いについて検討する。

#### **4. 豆腐用凝固剤の種類と選択**

豆腐の凝固剤は、海水から塩を製造する際の副産物である塩化マグネシウムを主成分とする残液を「にがり」と称し使用していた。現在では、精製し結晶化した塩化マグネシウムも用いられる。豆腐用凝固剤には長らくにがりが使用されてきたが、戦時中に軍需産業において合金の原料としてマグネシウムを必要としたことから豆腐製造業者はにがりを使用することができなくなり、凝固反応に必要な二価の陽イオンを大豆タンパク質に提供する代用品として、硫酸カルシウムが使用されるようになった。

にがりの主成分である塩化マグネシウムと比較して、硫酸カルシウムは溶解度が低いためにカルシウムが大豆タンパク質と結合して凝固反応を開始するのに時間がかかる。その結果としてタンパク質の凝集時に水分を多く抱き込みやすくなり、保水力の高いソフトな食感の豆腐を製造することができるようになった。凝固スピードが速すぎて工業的には取り扱い難さがあつたにがりと比較して、硫酸カルシウムは凝固スピードが相対的に遅いために製造上の制御が行いやすく、豆腐メーカーに広く浸透した。

硫酸カルシウムにやや遅れて、豆腐用の凝固剤としてグルコノデルタラクトン（GDL）も用いられるようになった。GDLは豆乳に添加すると徐々に加水分解してグルコン酸へと変化する。この時、pHが低下してタンパク質が酸凝固する。GDLは豆乳に添加後にグルコン酸に変化する時間を要するため、一般的に用いられている凝固剤の中では、最も凝固速度が遅い。その結果、保水力の高いゲル構造を作ることができるため、滑らかな舌触りの食感を作り出すことができる。

一般的に化学反応は温度が高いほど速くなる。豆腐の製造工程は、浸漬した大豆を摩砕し、これを沸点近くで煮込む。煮込み工程の直後に豆乳と繊維質（おから）を分離して得た豆乳に凝固剤を加えて豆腐とする。この際、豆乳は非常に高温の状態であるため、凝固速度の高いにがりでは、凝固剤と接触したタンパク質から凝固を開始してしまい、全体を均一な塊にすることが難しい。

一方で、硫酸カルシウムやGDLは凝固速度が遅いために、凝固が進行する前に豆乳と凝固剤を均一に混合することができ、均一で保水力の高い豆腐を作ることができる。そのため、一般的な豆腐製造方法では、にがりを使用した豆腐は味の面では良い評価となるものの、滑らかな食感を有することが重要である絹ごし豆腐の製造には不向きであると言われている。にがりでも絹ごし豆腐を製造するためには、凝固剤を混合する際に、凝固反応が進むのを防ぐために豆乳の液温を下げてにがりを均一に混合した後に、改めて加熱して凝固する必要がある。冷却のための装置とエネルギーコスト、さらには凝固のために再加熱のコストがかかるため、すべての豆腐製造業者が選択できる製造方法ではない。

## 5. 第4の凝固剤の登場

ここまで述べたような様々な環境の変化や開発により、豆腐の文化は徐々に多様化してきた。その中で、凝固剤の多様化は大きな役割を担っていた。にがりで作った木綿豆腐が中心であった戦前に比べ、より滑らかな食感の絹ごし豆腐が一般化した現代において、消費者の嗜好にあった絹ごし豆腐を低コストで提供するために、豆腐メーカーは調製直後の温豆乳を用いてにがりで凝固した豆腐を製造する技術の出現を望むようになった。

このような需要が存在する中で、1990年代に入り、温豆乳とにがりで豆腐を凝固させる技術が開発された。花王株式会社は、1992年に乳化剤を用いてにがりを油脂中に分散させることで、にがりを豆乳に添加した際の急速な凝固反応を抑制することのできる「乳化にがり」を開発した。

乳化にがりは高温の豆乳に添加しても、油脂でコーティングされているために凝固反応が進まない。これを乳化装置やホモミキサーと呼ばれる乳化状態を壊す装置に通すことで、豆乳中の大豆タンパク質とにがりが接触し、凝固反応が開始される。反応スピードを緩やかにすることで、にがりでありながら食感の良い絹ごし豆腐を作ることが可能となり、緩やかな凝固スピードにより保水力の高い豆腐を製造することが可能となる。さらに、乳化にがりに含まれる油脂と乳化剤により滑らかさが増すことで食感が良くなり、油脂は豆腐にコクを付与し濃厚な味の豆腐を作ることができた。

乳化にがりは現在、花王から「マグネスファイン」というシリーズ名称で数種類の製品が販売されている。花王は1992年以降も開発を続け、これまでに少なくとも8つの特許を出願している。

乳化にがりを使用するには、乳化装置を導入するイニシャルコストがかかる。しかしながら、温度の高い豆乳を一度冷却し、にがりを添加後に再加熱して凝固する既存の製法と比べると、ランニングコストで優れている場合が多く、トータルで優位性がある。

乳化にがりには、油脂、にがりと油脂を馴染ませるための乳化剤、および、保管中の油脂の酸化劣化を防ぐための酸化防止剤が一般的に添加されているが、現在のところキャリーオーバー扱いとなり、にがり以外のこれらの素材には表示の義務がない。豆腐メーカーによってメリット・デメリットの評価が変わるために、乳化にがりをすべてのメーカーが採用するものではないが、化学的なアプローチを用いて従来のにがりの性質を全く異なるものに仕上げた乳化にがりは、豆腐用凝固剤開発の歴史における革新的なイノベーションとなった。

本発表では、このイノベーション・プロセスについて詳細に検討していく。

### <参考文献>

- [1]. Bigliardi, B. and Galati, F. (2013) Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 31, pp. 118-129.
- [2]. Breschi, S. and Lissoni, F. (2001) Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 975-1005.
- [3]. Cassiman, B. and Veugelers, R. (2002) R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence from Belgium, *American Economic Review*, 92(4), 1169-1184.
- [4]. Dahlandera, L. and Gann, D. M. (2010) How open is innovation? *Research Policy*, 39(6), 699-709.
- [5]. Flick, U. (2014) *An Introduction to Qualitative Research*. CA: Sage.
- [6]. Grimpe, C. and K. Hussinger (2014) Resource complementarity and value capture in firm acquisitions: The role of intellectual property rights. *Strategic Management Journal*, 35(12), 1762-1780.
- [7]. Latour, B. (2005) *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: OUP.
- [8]. Laursen, K. Salter, A. (2014) The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. *Research Policy*, 43(5), 867-878.
- [9]. Yin, R. K. (2009) *Case study research. Design and methods*. Thousand Oaks. CA: Sage.