

中国のコールドチェーン（Cold Chain）の実態と課題

—冷凍食品を対象に—

朱美華* ・ 荒木徹也**

1 課題の設定、研究対象および研究方法

21世紀を迎えて以後、中国経済の台頭が世界各国の注目を集めるようになり、2010年の中国のGDPは世界第2位の58,783億ドルに達した。この急速な経済成長に伴い、中国における国民の食品消費形態は、都市住民だけではなく農村住民に至るまで、大きく変化している。食品に対する安全性志向や調理の簡便化および消費の外部依存化志向が深化する中で、中国におけるコールドチェーンの整備は不可欠となっている。

日本では、1964年の東京オリンピックや1970年の大阪万博、また1965年に科学技術庁が「食生活の体系的改善に資する食料物流体系の近代化に関する勧告」（通称、コールドチェーン勧告）を公表したことが契機となり、冷凍・冷蔵食品の生産から物流、家庭内の消費に至るまでコールドチェーンの整備が急速に進められた。

一方、中国では近年の経済成長に伴う消費者の食品に対する多様なニーズ、すなわち「高品質・高鮮度・高安全性」に応じるため、コールドチェーンの整備を目的とし、2010年6月、中国の国家发展改革委員会は「物流業調整と振興計画」に基づき、「農産物コールドチェーン物流発展計画」を策定し、各機関の徹底的な実施を要求した。

このコールドチェーン整備を促す大きな原動力となったのが、2008年の北京オリンピックと2010年の上海万博の開催であり、この点については日本のコールドチェーン整備の契機とほぼ同様である。挙国で行われた二つの大型行事の

開催は、コールドチェーン整備の緊急性を中国政府及び関連団体・企業により深く認識させたと思われる。

現在の中国がコールドチェーンの整備を必要とするもう一つの理由は、流通段階で発生する生産物のロスに起因する経済的損失である。『中国物流年鑑2011』によると、輸送段階において、コールドチェーンインフラの未整備等の原因による年間輸送ロスには92.5億ドルで、また年間12億ドルのペースで増加している。栄養価値ベースでは年間2億人分、年間ロス総量は1億トンに相当という試算もある。野菜と果物のロス量を見ると、果物は年間1200万トン、野菜は約1.3億トンである。1元/kgとして計算すると、1千億元の損失額に上る。

以下の本稿では、まず、コールドチェーンに関する先行研究をレビューするとともに、中国のコールドチェーン整備に関する現状と冷凍食品の生産・消費実態および冷凍食品の消費量と経済・社会指標との相関について報告する。冷凍食品の消費量と経済・社会指標との相関分析にあたっては、「中国コールドチェーン物流発展報告」と「中国統計年鑑」の統計データを用いた。また、中国の冷凍食品加工企業3社を対象とする事例分析を通して、冷凍食品の生産現場における温度管理の実態を明らかにする。最後に、中国におけるコールドチェーンのさらなる普及に向けての今後の課題と展望について述べる。

* 東京大学 大学院農学生命科学研究科 農学特定支援員

** 東京大学 大学院農学生命科学研究科 准教授

なお、本稿では事例研究の対象を冷凍食品に限定した。日本冷凍食品協会の統計によると、日本の輸入冷凍食品の8割超は中国からの輸入であり、現在の日本は中国からの冷凍食品輸入に大きく依存している。このことから、中国国内における冷凍加工プロセスの技術水準とその運用実態を解明することは重要な今日的課題であるといえる。また、コールドチェーンは温度帯によりコールドチェーン（冷蔵チェーン）とフローズンチェーンに分けられる。コールドチェーン（冷蔵チェーン）は、食品の種類だけではなく、同じ野菜類もしくは果物類にあっても品物によってその適温が異なる。一方、フローズンチェーンは、ほとんどの食品について -18°C が適用温度である（例外としてアイスクリームが -25°C 、マグロが -50°C ）。

上記の温度基準を考慮して、フローズンチェーンでは原材料が異なる食品（果物・野菜類、水産物、畜産物）であっても基本的な温度管理が統一（基本的には -18°C ）されているため、本研究ではまず、コールドチェーンの中でもフローズンチェーンに研究対象を絞ることとした。また、冷凍食品に用いられる主な原材料として果物・野菜類、水産物、畜産物などがあるため、本研究では果物・野菜類、水産物、畜産物について、それぞれ専門的に加工・冷凍を行う中国国内企業を事例として分析することとした。

2 コールドチェーンに関する先行研究

コールドチェーンは、サプライチェーン（生産/加工・流通・消費）の全体を通して、要求された温度を維持しなければならない流通システムである。コールドチェーンに関しては、流通、消費からコールドチェーンに関する政策まで、幅広い先行研究が行われてきた。また、中国の冷凍食品に関しては、2002年の冷凍ほうれん草事件や2007年の冷凍餃子事件といった残留農

薬問題を背景に、冷凍食品の安全性に関する研究が中心に行われてきた。

低温流通食品に関する先行研究を総括してみると、低温流通食品の流過程に関する研究（古在〔2005〕、白石〔2010〕、高橋〔2011〕、西澤〔2011〕等）、低温流通食品の消費過程に関する研究（K.Likarら〔2006〕、Andrej Ovcaら〔2009〕、Zhang〔2012〕、荒木〔2012〕）という2つのカテゴリーに分類することができる。また、低温流通食品の中、冷蔵食品を対象とした研究が中心となっており、冷凍食品に関する研究は少ない。

一方、中国の冷凍食品に関する先行研究は、主に食品の安全性の是非に関する内容となっており、コールドチェーンの維持という視点からの分析は未だ行われていない。そこで、本研究ではコールドチェーンと冷凍食品に関する先行研究において、各分野で未だ研究が行われていない部分を補完することとした。すなわち、既往の先行研究例が少ない冷凍食品を対象とし、コールドチェーンの維持という研究視点から本研究を行うこととした。

3 中国のコールドチェーン整備と冷凍食品の生産および消費実態

(1) コールドチェーン整備の実態

農産物のコールドチェーンの利用状況を表1に示した。このような現状を踏まえて、「農産物コールドチェーン物流発展計画」では、2015年までの発展目標を設定している。具体的には、現段階からコールドチェーン物流率を果物・野菜は20%まで、肉類は30%まで、水産物は36%まで向上させ、コールドチェーン輸送率を果物・野菜は30%まで、肉類は50%まで、水産物は65%まで向上させ、農産物のロス率を果物・野菜は15%まで、肉類は8%まで、水産物は10%まで低減させるとしている。

表1 中国のクールドチェーンに関する現状と2015年の目標

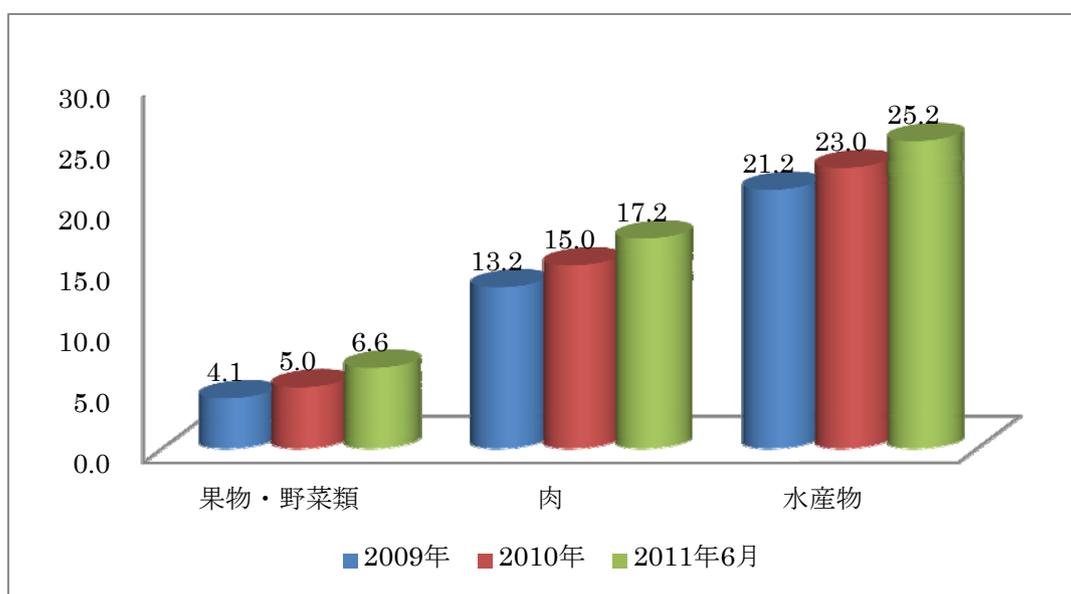
	クールドチェーン 物流率		クールドチェーン 輸送率		物流過程 ロス率	
	2010年	2015年	2010年	2015年	2010年	2015年
青果物	5%	20%	15%	30%	20~30%	15%
肉	15%	30%	30%	50%	12%	8%
水産物	23%	36%	40%	65%	15%	10%

出所：「中国物流年鑑2012」

また、近年のクールドチェーン物流率は少しずつ向上している（図1）。具体的にみると、野菜・果物類は2009年の4.1%から、6.6%に、肉類は13.2%から17.2%に、水産

物は21.2%から25.2%に上がっている。増加幅は大きくないが、順調な趨勢を見せている。

単位：%



出所：「中国クールドチェーン物流発展報告2011」

図1 各品種のクールドチェーン物流率の推移

(2) 冷凍食品の生産と消費実態

中国の冷凍食品産業は 1970 年代から始まり、当時は主にトマト、キュウリ、インゲン等の個別冷凍包装品を多く生産していた。また、冷凍技術は低く、主に日本向けに輸出されており、冷凍加工工場のほとんどが港湾施設のある東海岸線に立地していた。

1980 年代に入ると、冷凍技術の進歩により、冷凍時間が以前の 10 時間から 2~3 分にまで劇的に短縮され、冷凍食品の生産効率が顕著に向上した。

2000 年代以降、中国の冷凍食品生産量の平均増加率は 15% となっており、他の食品業界の生産量の平均増加率 11% を上回っている。

冷凍食品の主な消費者層は未婚の若年層である。その他に、所帯持ちであるホワイトカラー層やゴールドカラー層が重要な消費者層となっている。都市化レベルの進展に従って、農村から来た出稼ぎ労働者による都市住民の絶対的な人口規模の拡大も冷凍食品の消費者層を拡大させている。冷凍食品の消費量と所得との関係を見ると、一人当たりの所得水準が高い地域ほど、冷凍食品の消費量も高い。全国では、上海、北京、天津、浙江省、広東省が上位 5 地域を占めている。

冷凍食品の種類を見ると、伝統的な冷凍食品、水餃子、ワンタン、饅頭（肉・野菜をはじめ、種類は豊富）、湯で団子（湯圓）を代表とする米類・麺類食品が代表だったが、現在はアイスクリーム、海鮮、さまざまな調理品が続々とスーパーに並んでいる。

米類・麺類の冷凍食品の生産量は近年増加する趨勢である。2010 年中国の米類・麺

類の冷凍食品の総生産量は 297.86 万トンであり、2009 年より 19.1% 多い。

(3) 冷凍食品の消費量と経済・社会指標との相関関係

冷凍食品の消費量と経済・社会指標との相関関係を明らかにするために、以下のよう統計指標を用いて相関係数を算出した（表 2）。具体的には、①冷凍食品の年間消費量、②人口規模、③都市部一人当たり可処分所得、④都市部一人当たり年間食品支出額、⑤都市部住民冷蔵庫の所有量、⑥都市部住民電子レンジの所有量、⑦農村部一人当たり純収入、⑧農村部一人当たり年間食品支出額、⑨農村部住民冷蔵庫の所有量である。冷凍食品の消費量は省別になっているが、そこには都市部と農村部が包括されている。そのため、都市部と農村部の統計は分別した。農村部の電子レンジ所有量が統計されてないため、電子レンジの所有量は都市部だけ用いた。

表 2 の分析結果を見ると、冷凍食品の消費量は人口規模との関係は弱い。一方、一人当たり可処分所得もしくは純収入（相関係数が 0.95 以上）との関係が強い。その次が年間食品消費支出額（相関係数が 0.85 以上）である。耐久財所有量との関係をみると、都市部においては冷蔵庫より電子レンジの所有量が冷凍食品の消費に与える影響が強い。

表2 冷凍食品と経済・社会指標との相関関係

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
① 2010年冷凍食品年間消費量	1.000								
②人口規模	0.017	1.000							
③ 都市部一人当たり可処分所得	0.973	0.102	1.000						
④ 都市部住民年間食品消費支出額	0.851	0.015	0.887	1.000					
⑤都市部住民冷蔵庫所有量(100戸当たり)	0.672	0.289	0.675	0.518	1.000				
⑥都市住民電子レンジ所有量(100戸当たり)	0.834	0.137	0.844	0.793	0.811	1.000			
⑦農村部一人当たり純収入	0.976	0.065	0.952	0.802	0.646	0.791	1.000		
⑧農村部住民年間食品消費支出額	0.910	0.120	0.938	0.901	0.610	0.800	0.904	1.000	
⑨農村部住民冷蔵庫所有量(100戸当たり)	0.868	0.111	0.829	0.659	0.812	0.787	0.897	0.781	1.000

出所：「中国コールドチェーン物流発展報告 2011」、「中国統計年鑑 2011年」

4 事例分析

(1) 調査対象及び調査時間

本研究では、中国の冷凍食品の生産及び管理実態を明らかにするために、冷凍加工食品企業を対象に2回に渡り現地調査を行った。具体的には、2013年の1月に、水産物を加工冷凍している浙江省大洋世家(オーシャン・ファミリー) 株式有限会社、2013年6月には黒竜江省ハルビン市で畜産物の冷凍加工を行っている正大(Charoen Pokphand) グループ、野菜・果物の冷凍加工を行ってい

るハルビン高泰食品有限会社を対象に現地調査を実施した。

3社の概況は以下のとおりである。

(2) 調査対象企業の概要

1) 正大(Charoen Pokphand) グループハルビン支社の概要

タイに本部が置かれている正大グループは、80年以上の歴史を持っているグループであり、また世界の20ヶ国に400以上の子会社、20万人以上の社員を有しているグル

ープである。経営している産業としては、農牧業、水産業、種子業、通信等がある。中国での事業は主に農牧業を中心とし、飼料の加工事業、孵化事業、食肉用鶏の飼育事業、鶏肉の加工等の多様な事業を展開している。中国には、河北省の秦皇島市と廊坊市、北京市、黒龍江省のハルビン市、吉林省の徳恵市、山東省の青島市 6 つの都市に支社を設立している。

2) 浙江省大洋世家（オーシャン・ファミリー）株式有限会社の概要

浙江省大洋世家（オーシャン・ファミリー）株式有限会社は、1999年に設立した万向グループが出資した会社である。登録資本金が 1.8 億人民元で、遠洋漁業、水産物の加工、輸入・輸出を一体化した会社である。2012年の売上総額は 16.04 億元であり、純利益が 1.5 億元である。総合的な経済効果は国内の同業界の中で上位にある。

3) ハルビン高泰食品有限責任会社の概要

ハルビン高泰食品有限責任会社は 2000 年 6 月に設立された。登録資本金は 6,430 万元であり、自営輸出入経営権を有している。本社は賓州鎮に設置され、その傘下には尚志石頭河子ラズベリー加工工場、大興安嶺ブルーベリー・紅豆果(チェリー)冷凍加工工場、賓州寒地果物・野菜総合加工工場及び大連販売支社などがある。果物・野菜産業基地 1.5 万ムーを持ち、有機果物・野菜の年間総加工能力は 5.5 万トンに上る。主な生産加工品は「三莓一果」(ラズベリー、イチゴ、ブルーベリーとチェリー)と有機野菜(アスパラガス、ジャガイモ、サヤインゲン、ホウレンソウ、トウモ

ロコシ、カボチャ、青豆、枝豆、カリフラワー、果物キュウリ)である。

なお、調査対象企業のその他の概要は表 3 に示した。

(3) 冷凍食品の生産現場における温度管理の実態と今後の課題

全般的に見ると、中国の冷凍倉庫における冷凍食品の衛生・温度管理は大きな問題がなかった。国家の温度管理許容範囲は -16°C から -20°C であるが、調査時の管理温度は冷凍食品の管理規定範囲内であった。しかしながら、現地調査を通して冷凍食品の生産現場が抱えている諸課題も明らかになった。

まず、ハード面の課題であるが、冷凍倉庫の温度管理には力を入れているものの、プラットフォームの温度管理はされていなかった。本来ならば、プラットフォームは予冷装置に相当し、温度が管理されなければならないが、調査対象企業のプラットフォームの温度はほとんど管理されておらず、プラットフォームの温度を 15°C 以下に維持しなければならないという国家基準(付録表 2 を参照)を満たしていない。また、一部の企業においては、ドッグシェルターの欠如により、食品集荷作業時の温度管理が懸念される。また、直冷式の冷凍倉庫では配管に霜が多く付着するため、霜の除去作業が適切に行われない場合の冷却効果の低下と霜の落下による品質劣化が懸念される。

ソフト面の課題としては、冷凍関連従業員の人員確保が挙げられる。表 3 に示すように、調査対象企業の 3 社とも冷凍関連従業員は少数の管理員を除く全員が臨時職員であった。臨時職員の採用は、作業の規範

化、温度管理意識、労働安全・食品安全意識の確立・定着に負の影響を及ぼす。また、温度管理基準を見ると、3社とも国家の温度管理基準ではなく自社またはグループの温度管理基準に従って管理していた。調査対象企業においては取り扱う大部分の食品が輸出用であったため、国家の温度管理基

準より管理体制が厳しく、またそうでなければ輸出基準を満たせなかったことが背景にある。国家の温度管理基準をより厳格なものとし、より高い水準での管理体制を構築することが必要と思われる。

表3 調査対象企業の基本状況

会社名	CP グループ食品	大洋世家	高泰食品
会社属性	外資企業	民営企業	民営企業
加工原料	畜産物	水産物	青果物
販売先	海外輸出：国内販売 (7：3)	海外輸出：国内販売 (9：1)	ほぼ海外輸出
輸出先	主に日本、他ロシア、 南アフリカ	日本	主に EU、他アメリカな ど
倉庫建設時間	1995 年前後	1980 年代	2000 年以後
倉庫容量	8400 トン	11000 トン	1800 トン
冷却方法	液体アンモニア冷媒に よるファン式	液体アンモニア冷媒に よる配管式	液体アンモニア冷媒に よる配管式
倉庫管理温度	マイナス 18℃	マイナス 18℃	マイナス 18℃
プラントフォーム 管理温度	特になし	特になし	特になし
温度管理基準	グループの管理基準	グループの管理基準	自社の管理基準
温度管理システム	センターコントロール +人工操作+倉庫温度 測定員	センターコントロール +人工操作	センターコントロール +人工操作
倉庫関連従業員	臨時職員	臨時職員	臨時職員
物流方法	アウトソーシング	アウトソーシング	アウトソーシング
ドッグシェルター 有無	あり	なし	あり

出所：現地調査により筆者が整

5 おわりに

本稿は、低温流通食品に関する日本および中国の二国間比較分析の研究結果の一部として取りまとめたものである。まず、コールドチェーンに関する先行研究のレビューを踏まえた上で、既往の研究例が少ない冷凍食品を対象とし、コールドチェーンの維持すなわち低温温度管理の視点から、中国の食品企業で生産される冷凍食品の品質および安全性を検討した。また、統計データの分析と現地調査に基づく事例分析の両面から現在の中国のコールドチェーンの現状を明らかにし、冷凍食品の生産現場が抱えている課題を提示した。

今後、低温流通食品に関する日本および中国の二国間比較分析をさらに進めるために留意すべき点を以下に述べる。本研究では、冷凍食品の消費量と経済・社会指標の相関分析に「中国コールドチェーン発展報告」のデータを用いたが、同報告書における冷凍食品は主に小麦粉加工食品（面類、餃子類、肉まん類など）を指しており、日本における冷凍食品（青果物、畜産物、水産物などを原料とする多種多様な食品）と

は大きく異なる。すなわち、中国の冷凍食品の種類は大都市をはじめとして今後さらに多様化するものと予想されるが、現時点では冷凍食品の範囲はまだ限定的である。

また、本研究の調査対象企業は、主に海外輸出を目的としているため、国内販売向けの冷凍食品加工会社と比較して食品の品質および安全性管理水準が優れていた。そのため、本稿においては、国内販売向けの冷凍食品加工の実態について理解するという点で一定の限界があったことも事実である。加えて、冷凍食品の供給側だけではなく、需要側となる消費者は冷凍食品をどのように評価し、どのような購入意識を持っているのかを明らかにすることも重要な研究課題である。

今後は、中国の冷凍食品の種類と価格を把握するための追加調査や中国国内販売向けの冷凍食品会社に対する現地調査を実施するとともに、中国の消費者を対象とする冷凍食品の消費に関する意識調査を行い、低温流通食品に対する消費者側の消費意識を解明することとしたい。

参考文献

- [1]荒木徹也、2012年、「海外コールドチェーン事情」『冷凍』、87(1011)、pp.23-28。
- [2]Andrej Ovca , Mojca Jevšnik ,2009,"Maintaining a cold chain from purchase to the home and at home:Consumer opinions"*Food Control*(20), pp.167-172.
- [3]後藤拓也、2010年、「日本の食品企業による中国生産拠点の立地再編：冷凍食品企業2社の事例を中心に」『経済地理学年報』56(4)、pp.297-298。
- [4]伊藤敏行、2010年、「中国冷凍野菜の取り組み経緯について」『日本農薬学会誌』、35(1)、pp.66-72。
- [5]石塚哉史、1999年、「日系食品企業による中国での食品加工事業の展開：野菜加工の事例を中心に」『農経研究報告』30、pp.47-55。
- [6] K. Likar, M. Jevšnik,2006,"Cold chain maintaining in food trade"*Food Control*(117),pp.108-113.
- [7]古在由春、2005年、「中国における青果物流通の実態と鮮度保持技術のニーズ」『冷凍』80(936)、pp.878-882。
- [8]西澤成世、2011年、「広東省の先進的野菜農場におけるコールドチェーンの実態」『中国経済』2011(1)、pp.13-23。
- [9]高橋五郎、2011年、「中国農産物コールドチェーンの現状と課題」『共済と保険』53(11)、pp.32-36。
- [10]高橋観二郎,軽部傳史,河合義雄、2011年、「冷凍食品における歴史と革新的開発事例」『冷凍』86(999)、pp.44-49。
- [11]財団法人食品産業センター・社団法人日本冷凍食品協会、2009年、「中国コールドチェーン実態報告書」。
- [12]中国物流と採購連合会編、2011年、『中国物流年鑑2011』、中国物資出版社。
- [13]『中国統計年鑑2011年』HP, <http://www.stats.gov.cn/tjsj/>
- [14]中国物流技術協会ら編、2011年、『中国コールドチェーン物流発展報告2011』、中国財富出版社。
- [15] Yancai Zhang, Hongfeng Xu and Yanmin Zheng, 2012,"Chinese residents' cold chain logistics demand forecasting based on GM (1,1) model"*African Journal of Business Management*6(14), pp.5136-5141.