

中国における野菜流通の現状解析と
農村所得向上のためのロジスティック戦略への提言

2006年1月

古在 由春

中国における野菜流通の現状解析と
農村所得向上のためのロジスティック戦略への提言

筑波大学大学院
生命環境科学研究科
国際地縁技術開発科学専攻
博士（農学）学位論文

古在 由春

目次

第1章 緒論	．．．	1
1-1 はじめに	．．．	1
1-2 既往の研究	．．．	2
1-2-1 中国の農産物流通に係る研究	．．．	2
1-2-2 農家所得向上に係る研究	．．．	5
1-3 本研究の構成	．．．	6
第2章 中国の野菜流通における現状と問題点	．．．	8
2-1 はじめに	．．．	8
2-2 北京市新発地卸売市場における野菜流通の概況	．．．	9
2-2-1 流通ルート	．．．	9
2-2-2 保鮮技術	．．．	12
2-2-2-1 輸送車両	．．．	12
2-2-2-2 低コスト保鮮技術	．．．	14
2-2-2-3 包装材料	．．．	14
2-2-3 取引の仕組み	．．．	18
2-2-3-1 取引形	．．．	18
2-2-3-2 マージン比率	．．．	19
2-2-4 市場における問題と対策	．．．	19
2-2-4-1 ゴミ問題	．．．	19
2-2-4-2 食品安全性	．．．	20
2-2-4-3 少量個別包装	．．．	20

3-2-2	包装形態・保存場所別の青果物品温と呼吸による重量 損失に関する分析	・・・42
3-2-2-1	材料	・・・42
3-2-2-2	方法	・・・43
3-2-3	輸送中のハクサイの品温変化と熱収支に関する分析	・・・44
3-2-3-1	材料	・・・44
3-2-3-2	方法	・・・45
3-2-4	青果物の品温と呼吸速度および呼吸熱に関する分析	・・・46
3-3	結果	・・・48
3-3-1	包装形態別のニンジンの品温変化と青果物積算呼吸量	・・・48
3-3-1-1	新発地市場において保存中のニンジンの品温変化	・・・48
3-3-1-2	新発地市場において保存中のニンジンの積算 呼吸量	・・・49
3-3-2	包装形態・保存場所別の青果物品温と保存適温および 呼吸による重量損失	・・・51
3-3-2-1	新発地市場において保存中の青果物品温と 保存適温	・・・51
3-3-2-2	新発地市場において保存中の青果物の重量損失	・・・56
3-3-3	輸送中のハクサイの品温変化と呼吸熱	・・・57

3-4	考察	・・・	58
3-4-1	新発地市場におけるニンジンの品温変化と積算呼吸量	・・・	58
3-4-2	青果物の保存状態と保存適温	・・・	60
3-4-2-1	カリフラワー・ダイコン・レタス	・・・	60
3-4-2-2	サツマイモ	・・・	61
3-4-2-3	トマトおよびナス	・・・	61
3-4-3	新発地市場における青果物品温と呼吸による重量損失	・・・	62
3-4-4	輸送中のハクサイの呼吸熱と熱収支式	・・・	63
3-5	まとめ	・・・	65

第4章 中国の農村所得と野菜生産に関するロジスティック戦略

・・・ 67

4-1	はじめに	・・・	67
4-2	中国農村部における所得格差	・・・	69
4-2-1	所得格差の背景	・・・	69
4-2-2	都市と農村の所得格差	・・・	70
4-2-3	沿岸と内陸の所得格差	・・・	70
4-2-4	野菜生産と農村所得との関係	・・・	72
4-2-5	農村所得格差に関する仮説	・・・	72
4-3	マーケット・ポテンシャル分析	・・・	73
4-3-1	はじめに	・・・	73
4-3-2	マーケット・ポテンシャル分析	・・・	73

4-3-2-1	データ	・・・	73
4-3-2-2	マーケット・ポテンシャル算出式	・・・	74
4-3-3	結果	・・・	79
4-3-4	考察	・・・	80
4-4	ロジスティック戦略分析	・・・	81
4-4-1	はじめに	・・・	81
4-4-2	分析に用いるデータ	・・・	81
4-4-3	分析	・・・	83
4-5	ロジスティック戦略への提言	・・・	85
第5章	結論	・・・	87
参考文献		・・・	89
謝辞		・・・	95

第1章 緒論

1-1 はじめに

中国、特にその都市部では、消費者の購買力上昇に伴い、農産物の品質に対する要求が高まりつつある。散装と呼ばれる従来の直積み輸送が依然として行われているものの、竹籠、プラスチックフィルム、段ボール、発泡スチロール、プラスチックトレイなどの外装容器を用いた包装が北京市最大の野菜卸売市場である新発地市場でも見かけられるようになった。品質の高い農産物を、需要に見合う量だけ消費者に届けるには、質の高い農産物を生産し、その質を低下させずに、また途中の質量損失を少なくして、流通させる必要がある。他方、中国の現状では、流通過程における農産物の質低下と質量損失が無視できず、結果的に流通時の経済価値の損失と環境負荷の増大を招いている。

また、中国では都市と農村との所得格差が概ね3対1にまで拡大しており、さらに農村だけで見ても沿岸部の農家と内陸部の農家では、所得格差が概ね4対1にまで広がっている（国家統計局、2003）。都市部の経済発展速度は速く、農村が農業による所得だけで都市部の経済発展に追いつくだけの所得を得られる可能性は極めて低いが、現状のまま対策を行わなければ、その格差は中国の経済発展が止まるまで拡大を続けることとなる。将来において経済発展が止まった都市では、それ以上の流動人口を受け入れることができず、農村は出稼ぎによる農業外所得を得る道無くしてしまうが、流動人口が農村へ還流しても農村にあるのは放棄された農地だけであり、さらに、拡大しきった所得格差という現実を眼前に突きつけられることとなる。

中国が今後も社会的安定を背景に経済発展を続けるには、都市と農

村との所得格差がこれ以上拡大しないような対策が必要であり、少なくとも所得格差の拡大速度が落ちるような対策、つまり農業所得増加のための迅速かつ適切な対策を講じる必要がある。農村の貧困を都市の経済発展で補うだけの対策では、将来必ず訪れるであろう経済発展の速度鈍化や停滞が起こった時に対応できない。

これらの現状を踏まえた上で、中国の農家所得増加のためのロジスティック戦略の研究と、その戦略を効果的に用いるための、流通段階での品質保持に関する研究が必要である。

1-2 既往の研究

1-2-1 中国の農産物流通に係る研究

中国では経済の改革解放後、限られた地域で限られた品目の農産物しか流通していなかった状況を改善するべく、国家レベルの方針として農業生産の発展を促進し、流通する農産物の品目を豊富にし、そして、農産物を広範囲に流通させることを目指してきた。これらの改革の歴史に沿って、中国の農産物流通に関する既往の研究のレビューを行う。

農産物流通の改革が始まる1990年代より前の問題は、Hanら(1999a)が指摘するように、価格形成の機構が不十分であること、市場の設備が不十分であること、そして流通インフラが整っていないことの3つに代表される。Hanらはさらに、生産地と消費地の関係が健全ではないとして、中間にある流通部門の改革の必要性を訴えた。改革の初期には、改革以前に存在していた生産隊単位の出荷組織が崩壊したことによって、生産者の直接販売や小型の小売業者が急増し、流通システ

ムの効率がさらに低下するという事態を招いた。例をとると、1993年の北京大鐘寺市場では、取引全体の50%が生産者による個人販売、さらに40%は農家が数戸協力した形での販売方式をとっており、残りの10%だけがそれ以上の規模での販売を行っていた（永江、2001）。流通システム改革が進むにつれて、中間の流通業者が利益を得ようになり、生産者である農民の利益を代表する組織の欠如が問題となった。この問題に対して Zhu(1998) は、「経済作物」と呼ばれる青果物の流通に関して、消費地に近接した地域ではそれぞれの地方政府による積極的な設備投資の援助や、加工工場の建設、村単位での統一された流通組織の設立が必要だと指摘した。

このような取り組みを進める上での資金不足の問題に関しては、Hanら(1999b)が日本の公設市場や日本を含む先進国における政府の資金援助の例を示して、中国においても政府の援助による市場整備が必要だと指摘している。技術面に関しては、情報化への対応というソフトの面と、流通技術自体のハードの面の双方で改善が必要だと言える。Zhang(1997)は、流通部門に必要とされる人員を業務人員、技術人員、管理人員、サービス人員の4種類に分類し、その中で最も必要なのは技術人員の育成であるとしている。実際の運搬に携わる業務人員は、青果物に限らず数的に欠乏する恐れがあるものの、その水準は上がってきている。また、経済全体の市場化に伴いサービス人員の水準は徐々に上がってきているが、一方、技術人員の知識や経験がかけていることから、管理人員が先進的な技術の導入を進めようとしても、その技術を扱える人員の数不足から、十分に機能させることができず、市場へ取引に来る者に対して満足の行くサービスを提供することができないだろう

と、流通の将来を危惧した。

流通に関する法整備に関しては、Hu（1999）によれば、目下の問題は、産地を偽ったり有名ブランドを騙ったりするなどの行為が行われているにもかかわらず十分な罰則が適用されていないこと、公正な取引を行う法環境が整っておらず取引上のトラブルが法に則って解決されていないことなどである。農産物卸売市場に関する法整備は、いくつかの都市に条例や細則が制定されているものの、日本の卸売市場法にあたるような法律はまだ制定されておらず、市場価格の公平性や取引の公正性の確立に障害があるといえる。

中国においては、生産過程における零細性、不安定性、そして消費過程における分散性、季節性という特性から、特別な保鮮技術を用いない従来の流通手法が依然として主流であり、時間的にも質的、量的にも多大なロスが生じている（Chen、1996）。この流通過程において、包装、保管、貯蔵等の品質保全技術、そして長距離大量輸送のための流通技術の改善が急務である。さらに、合理化のためには流通段階における規格の標準化も必要である。

現在の中国における農産物流通に関する問題点は、レビューしてきた既往の研究から抜粋すると、以下のようにまとめることができる。

- ・ 流通の中間組織の不足
- ・ 資金不足とそれによる市場の整備不足
- ・ 情報化への対応の遅れ
- ・ 先進的な流通技術導入の遅れ
- ・ 人材不足
- ・ 法整備の遅れ

1-2-2 農家所得向上に係る研究

中国が現在の政治体制になって以降、中国における農家所得の向上をトピックとする研究を紐解くと、その歴史は長くはない。1992年になって Liu (1992) が中国の農村における過剰労働力を有効に利用することで所得向上を実現する戦略を提言した。この提言の中で Liu は、都市と農村が一体化して発展することの重要性を訴えた。1998年11月には「小城镇建設試点経験交流会」が北京で開催され、小さな都市を意味する「小城镇」という言葉が一般的に使われるようになった(農業部農村経済研究中心、2000)。これは農村の都市化、つまり都市と農村との一体化が、農村改革の1つの方向として確立されたことを示唆している。農村の都市化を提唱する流れは Zhang (2001) などの提言に引き継がれ、Zhang は農村の都市化について都市規模に関する分析の結果、人口の過度の集中を避けて小中規模の都市建設を進めるよう提言した。

2001年は中国のWTO加盟が目前に控えていたことも重なり、Liu (2001)、Ge (2001)、Li (2001) など複数の研究者が中国農業の問題点を指摘して、現状分析の結果から行うべき対策を示した。Liu は農村が持つ現行の組織である農村合作社の機能を再評価し、農業の産業化をすすめるべきだと指摘した。Ge は世界各国の農業保護政策の比較分析を行い、中国は農産物の輸出が相対的に見て非常に少ないことから、保護政策には限界があると指摘した。また Li は農民の所得向上の為には加減乗除の対策が必要であり、それぞれ、農業の産業化によって生産を増加させること、税金を減らして負担を低減させること、農

村の都市化によって生産力と消費力の相乗効果を狙うこと、農民の数を減らして母数を少なくすることで一人当りの所得を向上させることの必要性を指摘した。

上述した研究はいずれも断片的な分析で、政治的な取り組みを主眼に置いているので応用性に欠けるが、Wu (2000) の研究は他の研究と異なる。Wu は、1986 年に発表された Ravallion モデル (Ravallion、1986) を応用して、中国の農産物生産が市場一体化を果たしている程度を分析し、その結果から、いくつかの穀物について特定の地域の生産量が他の地域の生産量に影響を与えていることを示した。これは地域的特性を数値化することで中国全体の農業生産を分析する試みである。

地域的特性の数値化に関しては、マーケット・ポテンシャルという概念がある。マーケット・ポテンシャル (Cavusgil、1997) は購買力、市場成長率、市場強度、市場消費容量、商業インフラストラクチャ、経済的自由、市場の感受性、および地域的リスクで決定される指標だが、中国の青物市場に関するマーケット・ポテンシャルを分析する研究は過去にほとんど行われていない。

1-3 本研究の構成

本論文では、中国における青果物流通の概要を把握するための現地調査をもとに、野菜流通時の鮮度保持に関して呼吸速度と呼吸熱を指標に分析を行った結果と、マーケットポテンシャル分析を用いた中国の農家所得を向上させるための農産物ロジスティック戦略について論じている。

まず第2章では、中国の野菜流通における現状を、生産地と消費地を結ぶ市場での観察とデータをもとに細部まで明らかにし、現状での問題点を述べるとともに、鮮度保持技術の導入可能性について論じる。第3章では、中国の野菜流通における現行の包装技術の効果について比較対照を行い、その結果の解析を行う。その際、保存に好適な温度と青果物の品温との温度差と積算呼吸量、そして積算呼吸熱の3つの指標を用いて、現状での品質劣化について論じる。2章および3章の内容から、野菜の流通段階における品質劣化がボトルネックとなり、それが原因で輸送距離には限界があること、その結果、野菜の生産地は市場のある沿岸部から一定の距離以上は離れられないことが示唆される。

次に、第4章では中国の都市と農村の間の格差、そして沿岸と内陸の間の格差を統計的に示した上で、所得格差の要因を探る。農村における所得格差の分析結果から、農家所得の増加と相関性のある要因として、農村における野菜生産面積割合が大きく関与していることを明らかにする。特に野菜生産と農村所得との極めて高い相関関係に着目し、マーケット・ポテンシャル分析を行うことで沿岸と内陸には優位な格差があることを示す。この格差は現状では拡大を続ける傾向にあることから、中国政府の現行政策と本研究の分析結果をもとに将来予測を行い、農家所得の増加を目的としたロジスティック戦略を構築する。

第2章 中国の野菜流通における現状と問題点

2-1 はじめに

中国産野菜は既に日本の食卓で一定の地位を占めるようになり、スーパーマーケット（以下、スーパー）の店頭で中国産の野菜を見ない日は無くなった。この章では、その中国産野菜の中国国内における流通の現況を、現場の写真と若干のデータを交えて紹介し、その問題点を明らかにする。本章で記述する地名の地理関係を図2-1に示す。

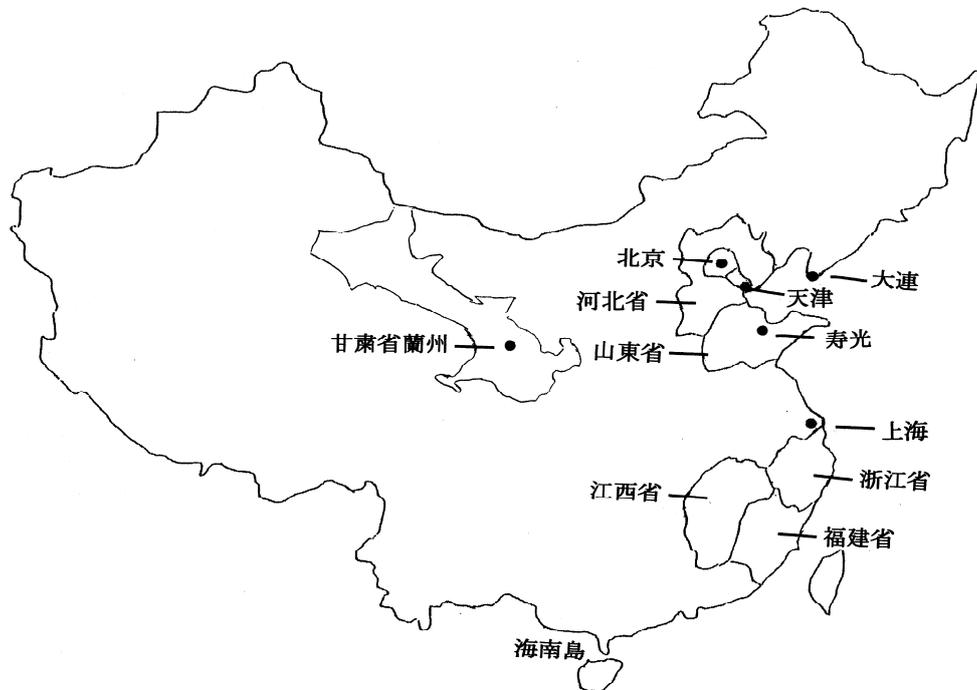


図 2-1 調査対象都市および省

(中国地図冊、2003)

主として、首都北京にある新発地卸売市場での 2003 年 1 月から 3 月にかけての聞き取り調査と測定データおよび上海にある曹安卸売市場での 2005 年 4 月の聞き取り調査を基礎としたものであり、広大な中国の他地域には当てはまらないものがある可能性を最初に断っておく。

2-2 北京市新発地卸売市場の概況

2-2-1 流通ルート

北京市の南西に位置する新発地卸売市場に持ちこまれる野菜には一般的に三つの主要流通ルートがある。一つ目は近郊の農家が自分で持ち込む野菜、二つ目は集散地市場から運ばれる野菜、そして遠方の産地から大量輸送される野菜である。広大な国土を持つ中国では、高い集配機能を持つ中継市場に全国から野菜が集まり、そこから各消費地卸売市場へと野菜が輸送されることがあり、その中継市場を集散地市場と呼ぶ。中国における野菜流通ルートを簡略化して模式図に表すと図 2-2 のようになり、産地から新発地市場までの流通ルートは、図 2-3 のような模式図に表すことができる。

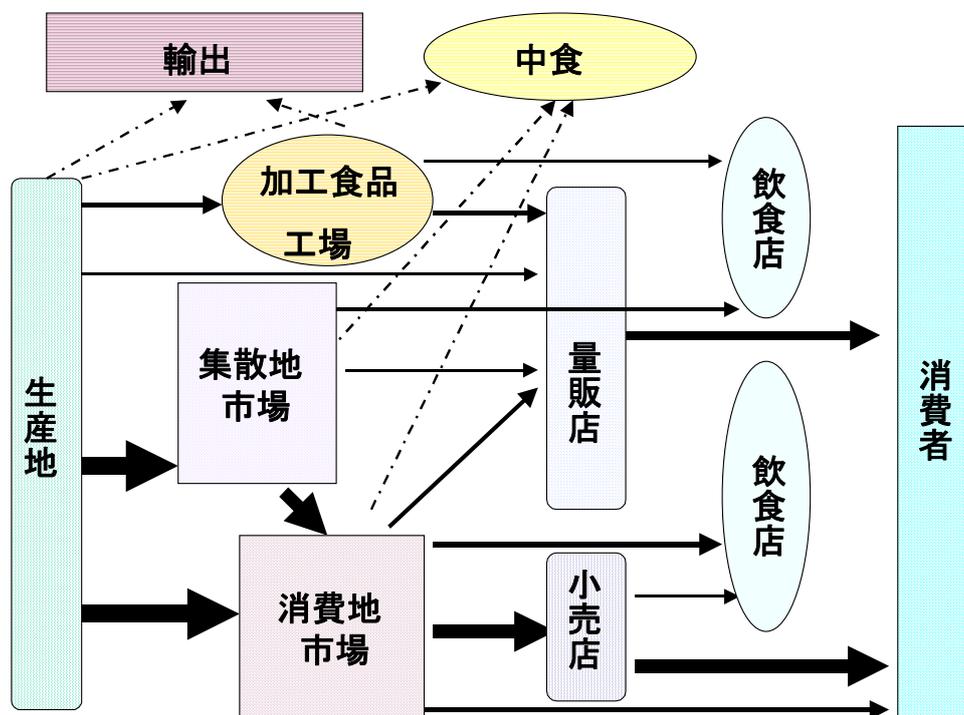


図 2-2 中国の野菜流通ルート現況

近郊の農家が持ち込む野菜は、観察の範囲では、数軒の農家が共同で1台の車両を用いる場合と、車両を保有する農家が近隣の農家から買い上げて持ち込む場合があった。使用される車両は積載量1トン未満の三輪トラックや2トン未満の四輪トラックが大部分であった。一般的に、北京市の近郊農家と位置付けられるのは、主に北京市内、河北省、山東省の農家であり、輸送にかかる時間はそれぞれ1~1.5時間、1~3時間、6~8時間となっている。

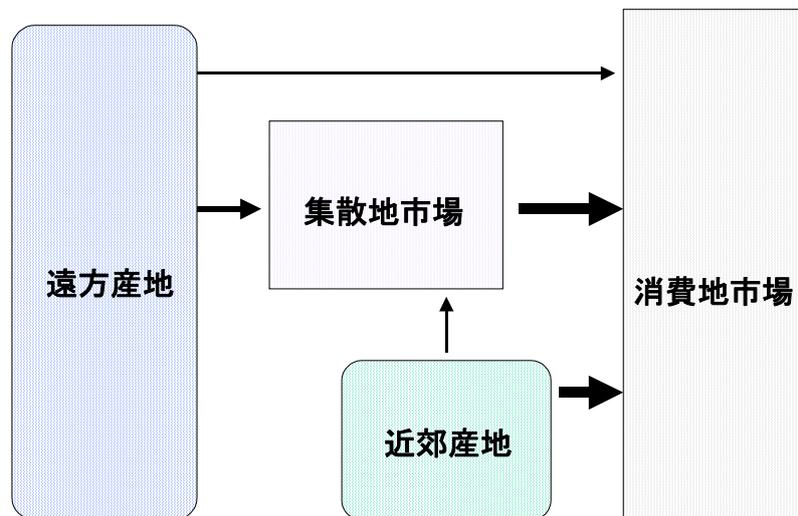


図 2-3 産地—消費地市場間の流通ルート

国土が広大な中国では、一般に、集配機能が高い集散地市場に全国から集められた野菜が各消費地卸売市場へと輸送される。北京市政府が野菜供給基地に指定している山東省寿光市の寿光市場は代表的な集散地市場である。寿光市場から北京市まで、多くの場合10トン未満のトラックで、数種の野菜が混載され（図2-4）、約8時間を要して輸送される。



図 2-4 寿光市場でトラックに積まれる北京市内向けの野菜
(撮影:2002/9/26)

遠方の産地から運ばれる野菜の最大の特徴は、単一品目の大量輸送という点であり、海南省のミニトマトや浙江省のカリフラワー、江西省のトウガラシ、内モンゴル自治区のバレイショなどを確認した。多くの場合 10 トン以上の大型トラックで、それぞれ上海市 24 時間、浙江省 36 時間、甘粛省 48 時間、福建省 60 時間等の時間を要して輸送される。

いずれの場合も輸送のほとんどはトラックによる。他方、中国の南端に近い海南島からの野菜は空路や海路を利用している。海路の場合は上海港や天津港などへ運ばれ、港でトラックに積みかえられて北京に運ばれる。場合によっては北京より北方の大連港を経由したものが北京へ運ばれる。図 2-5 のように、コンテナのままトレーラーで運び込まれた野菜も数度、確認された。また、輸送途中の取り締まりの危険を犯して青果物を過積載するトラックは非常に多かった。



図 2-5 新発地市場に停車中のコンテナトレーラー
(撮影:2002/8/23)

2-2-2 保鮮技術

2-2-2-1 輸送車両

冷凍機を備えた車両（図 2-6）や断熱機能を持つ車両（図 2-7）など、鮮度保持機能を持つ輸送車両を市場で見かけることは少なかった。断熱機能を持つ車両でキノコ類が近隣農家から運ばれてくるケースと、冷凍機を備えた車両でニラが運ばれてくるケースを2月から3月にかけて確認したが、ニラのケースではいずれも、新発地市場に入る数時間前に冷凍機の電源を切っていたようであった。



図 2-6 新発地市場に停車中の冷凍機を備えたトラック

(撮影:2003/2/23)



図 2-7 新発地市場に停車中の断熱機能を備えたトラック

(撮影:2003/1/17)

2-2-2-2 低コスト保鮮技術

冬季の保鮮技術として多用されていたのは、筵や布団を用いた保温である。特に保温していない車両では輸送中にトラック荷台底面と側面近くに積まれている野菜が凍結してしまい、なかでも葉菜では凍結による品質劣化への影響は大きい。1 トン未満の小型トラックで外装容器を用いず、かつ直積みで輸送される場合、保温対策が遅れた初冬の夜間輸送でレタスが下から3段と横から2列の範囲で凍結した事例があった。15 トン車を筵などの保温材で覆うのには180 元（約 2500 円）の投資が必要である。

3 月末の快晴の日、午後 3 時ごろに新発地市場に入ってきた直積みの山東省産のハウレンソウが、保冷のための氷塊と一緒に荷台に載せられていた。夏季はこのような氷塊や凍らせた布団での保冷が多く見られるが、取引終了まで保冷効果を保っているとは限らない。取引終了まで時間がかかる場合は、市場内にいる氷の小売業者から氷を買って保冷を続けていた。時間のかかる取引形態については、「2-2-3 取引形態」で後述する。その他の低コスト保鮮技術として特徴的だったものとして、図 2-8 のように竹を編んで作った筒状のものを直積みの野菜の間に通して通気を図るものがあった。

2-2-2-3 包装材料

野菜輸送時は、少量個別包装されていないだけでなく、容器を用いた外装も施されていない直積み輸送が多いが、外装に限れば、新発地市場では品目によって特徴ある包装材料を数点確認した。保鮮よりも積み替え時の利便性を求めて 10~30 kg 程度に小分けされたネット包装がダイコン、ニンジン、カリフラワー、ハクサイ、キャベツ（図 2-9）などで確認された。



図 2-8 荷台上のカリフラワーに設置された通気用竹筒（新発地市場）

（撮影：2003/2/21）



図 2-9 外装にネットを用いて運搬されるキャベツ（新発地市場）

（撮影：2003/2/3）

流通ルート別では寿光市の集散地市場からの野菜の外装使用割合が最も多い。プラスチックフィルムの袋もしくは段ボール箱での外装を確認している。寿光市場を経由しているかどうかに関わらず、山東省からのナスとトマトのほとんどが段ボール箱外装を使用していた。

集散地市場である寿光市場から消費地市場である新発地市場までの輸送を専門に行うブローカーが存在し、以前は農民だったブローカーは「農民經紀人」と呼ばれている。「經紀人」は直訳でブローカーを意味する中国語である。彼らは寿光市場で仕入れた野菜をプラスチックフィルムの袋や段ボールなどで外装を施して運んで来たり、直積みで運んできた野菜を10～30 kgにわけてプラスチックフィルムの袋に詰め替えたりする作業を行い（図 2-10）、運搬及び販売時のハンドリング利便性を高めるとともに、結果として卸単価が上昇している。



図 2-10 農民經紀人によって寿光市場から新発地市場に運ばれた野菜

(撮影:2003/3/27)

新発地に運ばれるミニトマトは山東省産と海南省産が大部分だが、その多くが外装に発泡スチロールの箱を使用していた。特に海南省産のミニトマトの外装には全て発泡スチロールの箱が使用されており、確認した範囲では約 8 kg にほぼ統一されていた。その他、図 2-11 のような籐籠や竹籠を外装容器に使用して輸送されたトマト、ナス、トウガラシなども確認した。外装として確認した範囲ではいずれも 10～30 kg 程度の質量にわけられており、それ以下の少量個別包装は新発地市場では確認できなかった。



図 2-11 籐で編まれた籠で河北省から新発地市場に運ばれたトマト

(撮影:2003/2/14)

海南省を代表とする南方からの野菜の流通の特徴として、夏季の輸送は保冷のみを考慮すれば良いが、冬季の輸送では、南方では保冷を、北方に運んできてからは保温を考慮する必要があるという点があげられる。

2-2-3 取引の仕組み

2-2-3-1 取引形態

取引は全て現金相対取引で行われていた。野菜を運んだトラックを商品棚として用い、1対1で順次行われる取引によって全商品が売りきれぬまで売り手は市場に滞在する。そのため、2～3日にわたり市場に滞在することも珍しくは無い。市場内には宿泊施設もあるが、取引が最も盛んになるのは早朝3時から6時の間であること、無駄な出費を抑えるためなどから、トラックの荷台や運転席で仮眠を取りながら、積荷を売り切るまで寝泊りするのが一般的である。

買い手側は大口だとスーパーの商品調達部や大型給食センターなどからの買い付けがある。小口では個人消費の近隣住民がいるが、小口取引を嫌う売り手が多い。最も多いのは中程度の取引で、「小販」と呼ばれる市内の八百屋、そしてホテルやレストランなどからの買い付けである。「小販」は日本の八百屋とは異なり、単独で店舗を構えているものはなく、市内のアパート・マンション群の中に屋台を構えていたり、市内にある個人消費者用の小規模野菜市場の中でテナント料を払って間借りしたりしている。

売り手はトラックごと買い手が決まるような大口の取引を望んでいるが、大部分は数回から10数回の取引を経て売り切ることになる。トラックごと買い手が決まるケースとしては、スーパーなど大口の買い手との取引の他に、市場に住居を構えてトラックごと買い取ったものを転売することを専門的に行う人々との取引がある。彼等は輸送にまつわるリスクを負うことなく、大量に安値で野菜を仕入れて小口に転売することで利益を得ており、市場に野菜を持ち込んだ側には、多少は安い値でも取引を手早く終了して、次の野菜を積みに帰れるメリットがある。

2-2-3-2 マージン比率

新発地市場で 2003 年 1 月から 3 月にかけて、サツマイモ、ダイコン、トマト、ナス、レタス、カリフラワーの 6 品目にわたり 39 サンプルで行った聞き取り調査では、産地での買い付け価格と新発地市場での卸売価格の差額、つまり流通マージンの比率は最小値 2.9%、最大値 42.9%で、平均は 17.1%であった。ただし、本文中の「マージン」は利ざやを指し、各流通段階での価格差を意味することをあらかじめ断っておく。マージンの額は kg 当たり約 15 円から 18 円で、聞き取り対象となった 39 サンプルのうち 87.2%の流通マージンが kg 当たり 0.5 元（約 7 円）以下だった。ただし、調査期間中に旧正月があり、この前日に行った調査では、帰省を急ぐあまり原価割れでの投げ売りが行われたので、そのデータを含めていない。そのデータ 6 サンプルを含めるとマージン比率は 13.5%になる。

王（2001）が 1998 年に行った聞き取り調査ではトマト仲買商人の流通マージンは 15.7%となっている。

2003 年の新発地市場における今回の聞き取り調査からトマトだけ 8 サンプルのデータを抜き出した値では最大 22.7%、最小 2.9%で、平均 12.3%の流通マージン比率となり、王の調査結果よりも低い結果となった。

2-2-4 市場における問題と対策

2-2-4-1 ゴミ問題

新発地市場の職員によれば、市場で 1 日に出るゴミは平均 100 トンであり、大部分が廃棄野菜である。現在は焼却処理を行っている。図 2-12 のように市場の中は定期的に清掃員が巡回しており、ゴミ回収トラックにゴミを積み上げながら市場をくまなく周っている。また職員によると野菜の取

扱量は1日平均約6500トンなので、取扱量の約1.5%が廃棄されていることになる。市場は廃棄物の有効利用を計画している。



図 2-12 新発地市場の中を巡回する清掃員とゴミ回収トラック
(撮影:2003/1/30)

2-2-4-2 食品安全性

安心野菜を意味する「放心菜」の承認札(図 2-13)を、市場が検査を行った後に無料で発行していた。売り手が市場に申請すれば申請した順に検査及び承認が行われるが、検査を申請する売り手はまだ少ない。

2-2-4-3 少量個別包装

新発地市場では少量個別包装が見られないことを「2-2-3-3 包装材料」で述べたが、市内のスーパーや百貨店では野菜の少量個別包装が行われている。各店舗で調製及び包装を行い、温度管理された商品棚に陳列してい

る商品もある。また、市中心部に近い場所にある大鐘寺市場では、郊外に位置する新発地市場とは異なり、卸売市場ではあるものの個人消費者の来場が比較的多いため、10 kg 以下の小口取引に応じる売り手が多く、プラスチックフィルムを使用し、スーパー等で確認されるのと同程度の質量に少量個別包装してある野菜が、少ないが確認されている。

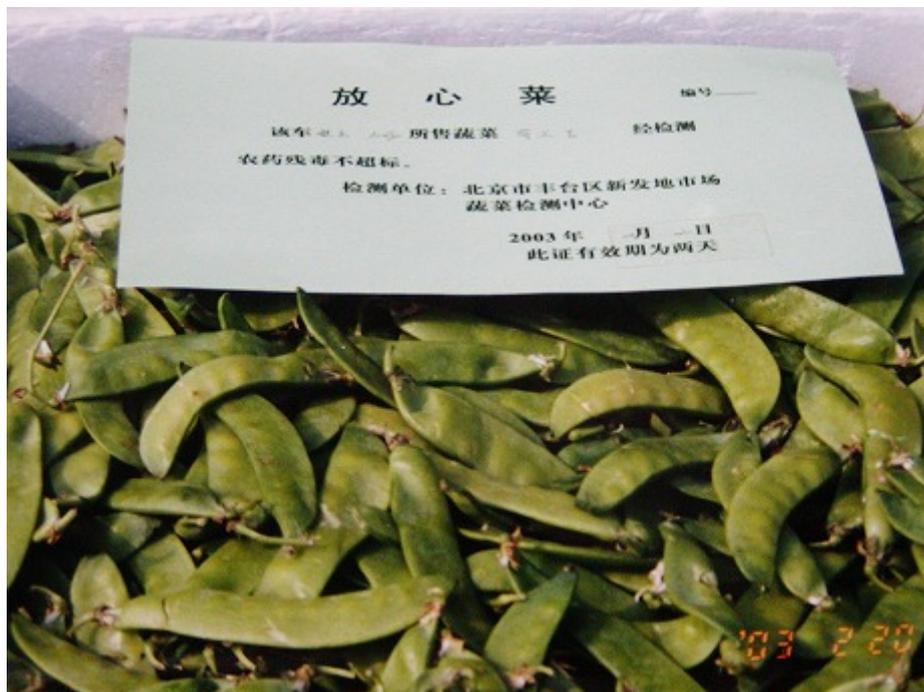


図 2-13 新発地市場が発行する放心菜の承認札

(撮影:2003/2/20)

2-2-4-4 市場内交通整理

市場内へは三輪車から大型トレーラーまで各種車両が入場するので、取引の盛んな早朝はもちろん、他の時間帯でも市場内で駐車位置に関するトラブルや渋滞が発生していた。図 2-14 にあるように、新発地市場では混雑時に入場車両の数量規制で混雑の緩和をはかっているが、依然として市場

内の交通は無秩序で渋滞は各所で発生していた。



図 2-14 入場規制の解除を待つ車両の列（新発地市場）

（撮影：2003/3/29）

2-2-4-5 法整備

中国で青果物流通統制が廃止されたのは、今から 17 年前の 1986 年である。1988 年には都市部住民のために、都市部に供給する野菜の品目と量を増加させるための「菜藍子（買い物籠）プロジェクト」が始まり、2001 年までの 13 年間で野菜作付面積はほぼ倍増した（中国農業統計資料、当該年）。しかしながら法律面では、1994 年に卸売市場管理弁法が制定されたのみで、日本の卸売市場法にあたる法律は制定されていない。研究者や流通関係者から、早期の法整備を求める声が上がっている。

「2-2 新発地卸売市場の概況」の内容をまとめたものを表 2-1 に示す。

表 2-1 中国における野菜流通概況（新発地卸売市場）

流通ルート	<p>近郊ルート：北京・河北・山東 2トン未満 1～8時間</p> <p>集散地ルート：山東省寿光市場経由 10トン未満 8時間</p> <p>遠方ルート：中国各地 10トン以上 1～3日 単一品目</p>
保鮮技術	<p>輸送車両：保鮮機能をもつ車両の利用は少ない</p> <p>低コスト保鮮技術：氷塊を用いた保冷 蒲団や筵での保温</p> <p>包装材料：段ボール箱 プラスチックフィルム袋</p>
取引形態	<p>現金相対取引・取引終了に2～3日かかることも珍しくない</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「小販」と呼ばれる市内の八百屋の存在 ・ 「農民經紀人」と呼ばれるブローカーの存在
進行中の改革	<p>ゴミ有効利用 食品安全性 市場内交通整理 法整備</p>

2-3 野菜流通における問題点

2-3-1 国土の広さと品質管理

中国国内の野菜流通システムにおいては、国土の広さが大きな要因として関わってくる。近郊から運ばれてくる野菜は言うまでもなく、2日以上かけて全国各地から北京へと運ばれてくる野菜でさえ、そのほとんどが温度管理されていない状態で輸送されており、夏季の氷や冬季の布団など保鮮の努力は行われているが、品質の劣化は激しいと予測できる。その結果廃棄される野菜の経済的ロス、そして廃棄野菜を処理するためのエネルギーロス、及び環境への負荷を減らす努力が求められる。

2-3-2 流通マージンと品質管理

現在の流通マージンは、その大部分が kg 当り 7 円以下であり、10 トン

トラック 1 台で 1 回輸送した時の流通マージンは約 7 万円となる。ここでの流通マージンは産地での仕入れ値と市場での卸値の差額から算出しているので、この中から市場に支払う市場管理費やガソリン代など諸経費の支出がまかなわれることになる。10 トントラックが入場時に市場管理側に支払う市場管理費は品目によって約 1500 円から約 3000 円である。また、燃料代をディーゼル油でリットル当たり 40 円、燃費をリットル当たり 3 km として計算すると、中国有数の野菜産地である浙江省から北京までの輸送の場合、片道で約 1500 km、往復の燃料費が約 40000 円となる。3000 km の運転には複数の運転手が必要なこと、トラックの維持費用がかかることなどを考慮すると、鮮度保持機能のついた車両の導入はコストが高く、現状では実現が難しい。

2-3-3 低コスト保鮮技術の評価

氷や布団、通気用の竹筒などの保鮮技術は野菜の保鮮にどの程度の効果があるのか、日本で普及している保鮮技術を導入した場合との比較を LCA (Life Cycle Assessment) 分析などによって、新たな保鮮技術の導入可能性、環境への負荷などの問題点の指摘をすることができる。中国全土で低温貯蔵や予冷、フィルム包装などが普及した場合に必要なエネルギーは莫大なものになるであろう。購買力があり、消費者の要求が高まっている都市部では鮮度保持対策を施した青果物に対する需要が生まれる可能性があるが、現在の取引形態のままでは市場を通過する時点で品質が大きく劣化してしまうので、そのような鮮度保持対策を施した野菜の流通は、市場外流通に限定されると予測できる。

2-3-4 市場滞在時間と品質管理

市場滞在時間は品目によって異なるが、短くて6時間程度、長いときで72時間以上にわたる。混雑時には車両の入場規制が行われているとはいえ、市場内での交通整理は早急に改善が必要、かつ改善が可能な点である。歴史の中で培われてきた取引形態を変えるには、市場の取り組みだけでは不十分で、法整備など政府の抜本的な取り組みが必要になるが、取引にかかると時間を短縮することは必須の課題である。市場滞在時間短縮への取り組みは、生産者及び流通関係者の品質への考え方を変える上で必要である。

「2-3 現状での問題点」の内容をまとめたものを表 2-2 に示す。

表 2-2 中国の野菜流通における現状での問題点

問題の要因	問題点
国土の広さ	遠方から数日かけて運ばれる青果物のほとんどが、温度管理されておらず、経済的ロス及びエネルギーロスが大きい。
流通マージン	流通マージンが低く、鮮度保持機能のついた車両の導入や新たな鮮度保持包装技術の導入可能性が低い。
包装資材	包装技術が正しい用途で、適正な環境で使用されているかの評価が行われておらず、低コスト鮮度保持技術の評価が必要。
市場滞在時間	市場内での交通渋滞や時間のかかる取引形態などの要因で、市場滞在時間が長くなり、鮮度保持への対策意欲が湧かない。

2-4 鮮度保持技術のニーズ

2-4-1 都市部における野菜流通の現状

北京や上海など大都市に住む消費者の立場から見た場合、野菜を購入す

る場所として主流になっているのは「超市」と呼ばれるスーパーである。その日に食べる野菜は当日に買うのが従来からの慣習となっているため、少量ずつの量り売りが一般的である。「超市」が主流となる前は、食事の準備をする直前に「小販」と呼ばれる露天商で野菜を買う光景が北京市内の各所で見られた。また上海の場合は2km四方に1ヶ所の密度で設置された「菜場」(図 2-15) と呼ばれる小規模市場が市民の冷蔵庫の役割を果たしてきた。こういった露天商や小売店で買い物をする消費者は高齢者を中心に依然として存在しており、中国政府が実施してきた一人っ子政策の影響で高齢者層が厚いこともあって、現在も市民に親しまれている購買方法と言える。



図 2-15 上海市内における「菜場」の光景

(撮影:2005/4/4)

しかしながら、近年の生活スタイルの変化や家庭用電気機器の普及にと

もない、消費者の行動に変化が見られることも事実である。例えば、スーパーの惣菜コーナーが充実し、共働き比率の高さと相まって中食の割合が増えてきたことや、冷蔵施設の無い露天で売られている青果物の鮮度を不安視し、スーパーで個別包装された野菜を信頼するようになってきたことなどが挙げられる。経済発展を続ける中国では、高い購買力を備えた消費者が増加しており、彼らの品質に対する要求は高まっている。図 2-16 は上海市内にある食品スーパーで撮影したものである。ここで売られる野菜は「菜場」と比較すると 5~10 倍の値段設定であるにも関わらず、外国人や中国人富裕層を中心とした買い物客で混雑しており、時間帯によっては店内を通り抜けることが困難なほどである。



図 2-16 上海市内の高級スーパーに陳列される青果物

(撮影:2005/4/6)

小売店で売られる青果物は産地から直接運ばれてくるのではなく、卸売

市場を經由して流通している。北京で最大の青果物卸売市場は北京市の南西に位置する新発地市場であり、上海最大のものは上海市の北西に位置する江橋市場である。いずれの市場も高速道路の出入り口からすぐの場所に建設されているのが特徴である。中国の都市部では貨物車両が市内へ入ることを制限しているため、他省から来たトラックでも来場できる場所に市場を建設する必要がある。特に上海のケースでは、江橋市場から市中心に向かって約 5km の場所に曹安市場という上海有数の規模をもつ市場があるが、ここには他省ナンバーの登録をしてある車両は入場することができない。他省から来たトラックが入れるのは江橋市場までで、そこから市内方向へは原則として「上海市菜籃子工程（買い物かごプロジェクト）専用車」（図 2-17）で運ぶ必要があり、曹安市場までの 5km の距離のために荷の積み替え（図 2-18）を行わなければならない。



図 2-17 上海市内で青果物輸送を許可されている指定車両

（撮影：2005/4/5）



図 2-18 ハクサイの積み替え作業（上海市江橋市場）
(撮影:2005/4/4)

2-4-2 中国の青果物流通におけるアクター

昌黎県から北京市新発地市場へと輸送されるハクサイを追跡調査した結果を例に、どのような流通関係者が存在しているかに関して以下に述べる。本文中の「アクター」は行為者を意味し、青果物流通において何らかの業務を行う人員もしくは集団を指すことをあらかじめ断っておく。河北省昌黎県は中国の首都北京から東へ約 300km の場所に位置し、約 54 万人の人口を抱えており、そのうち農村人口が約 48 万人を占める。

昌黎県のハクサイ生産農家は輸送用の車両を所有しておらず、収穫したハクサイは中国語で「經紀人」と呼ばれるブローカーに売却する。ブローカーは輸送車両および運転手を手配するとともに、複数の農家と連絡をとって集荷のスケジュールを組み、市場価格を見ながらハクサイの出荷先を決定する。運転手は運転以外の作業には全く協力せず、ハクサイの積み込みは生産者と經紀人によって行われる。2名の運転手に対して合計で1600元(約

20000 円) が支払われるが、高速道路料金 220 元 (約 2800 円)、燃料代 40 元 (約 500 円)、および新発地市場に入場する際に支払う市場管理費 150 元 (約 1900 円) は運転手が負担するので、1 人当たりの実収入は 600 元 (約 7500 円) 程度となる。さらに、月ごとの自動車保険料 1000 元 (約 13000 円) が必要で、他にも車の維持費用や「養路费」という名目の税金などが運転手の自己負担となる。

新発地市場に到着すると、ここには昌黎県のブローカー仲間が市場に寝泊りしながら待機しており、積荷の確認が終わると即座に販売交渉へと移る。ここでも運転手は何もせず、積荷が完売するまで運転席等で待機することになる。運転手と經紀人との間には完全な分業体制が築かれていることがわかる。荷台が空になった時点で運転手と經紀人との契約は完了し、運転手は配貨センターで返り荷を探してから昌黎県へ戻るが、返りの積荷が農産物とは限らない。昌黎県のケースに限らず、大都市の卸売市場には河北省や山東省などの農村からブローカーが常駐しに来ており、携帯電話で連絡を取りながら出荷先の決定や配送の確認などを行っている。ブローカー達は独自のネットワークを活用し、中国の青果物流通において大きな役割を果たしている。

2-4-3 青果物の鮮度保持技術のニーズ

2-4-3-1 青果物の鮮度保持に関する事例

図 2-19 は 2005 年 4 月に上海市曹安市場で撮影したものである。発泡スチロールの容器に入ったトウモロコシと花ニラの上に砕いた氷がまいてある。花ニラの変色を防ぐためだとの説明を受けたが、氷をまいた方が新鮮に見えるからだという説明もしていた。高い値段で早く完売するための工夫だ

と考えられる。夏季には市場内に氷売りが出現し、特に葉菜や花菜については常に氷で冷却する努力がなされている。



図 2-19 氷で保冷されるトウモロコシと花ニラ（上海市曹安市場）

（撮影：2005/4/5）

図 2-20 から図 2-22 もまた、2005 年 4 月に上海市曹安市場で撮影したものである。冷凍機つき輸送車両を中国の卸売市場で見かけることは少ないが、北京市新發地市場および上海市曹安市場において、褐変しやすい青果物の輸送に用いられているケースを数回にわたり確認している。この写真のケースでは江蘇省から約 6 時間かけて運ばれてきたモヤシが積まれていたが、この車両は上海ナンバーで登録されていた。冷凍機を稼働させるのは積み込んだ直後の 1 時間だけで、その後は止めていると説明を受けた。積荷は上部に一定の空間を空けてあった（図 2-21）が、積荷の入った容器は全て隣り合った状態で積み上げられており、庫内の空気を効率よく循環させるような積み方の工夫は他に見られなかった。図 2-22 のように個別包装された青果物が卸売市場に入荷することは少なく、他との差別化を図って単

価を上げることで冷凍機つき車両を使うコストをカバーしている
と考えられる。



図 2-20 冷凍機を備えた輸送車両（上海市曹安市場）

（撮影：2005/4/5）



図 2-21 冷凍機を備えた輸送車両の庫内（上海市曹安市場）

（撮影：2005/4/5）



図 2-22 冷凍機つき車両で運ばれてきたモヤシ（上海市曹安市場）

（撮影：2005/4/5）

単価の低い品目の場合は図 2-23 のように簡素な包装で運ばれることが多く、まったくの無包装で直積みされることも珍しくない。最下部に積まれたものは質量を支えられずに変形しているのが確認できる。単価が低いため大量に運ばなければ採算が合わず、最大積載質量の 2～3 倍程度の過積載が日常的に確認される。



図 2-23 河北省から運ばれてきたハクサイ（北京市新發地市場）

（撮影：2004/4/3）

2-4-3-2 鮮度保持への取り組みを妨げる要因

鮮度の良いものが必ず高値で売れるのであれば、鮮度保持に対する取り組みが積極的に行われるはずだが、現状では卸売市場を経由すること自体が鮮度の低下を招いており、鮮度保持への投資意欲を抑制する結果となっている。つまり、卸売市場では荷の積み替えが露天で行われていたり、取引終了までに長い時間がかかったりするので、例え収穫段階から温度管理を行ったとしてもコールドチェーンの鎖が卸売市場に到達した時点で切れてしまうのである。

また、信用取引や電子決済が行われずに大部分が現金決済で取引されることも、鮮度保持への投資意欲を抑制する結果となっている。現在の取引形態では、商品を引き渡して現金を受け取れば関係が終了してしまうので、品質が悪くても後からクレームをつけることができない。売り手は鮮度そのものよりも見た目を良くすることに注力しており、信用を築いて将来の取引につなげようとする売り手は少数である。

コールドチェーンには欠かすことのできない冷凍機つき輸送車両の導入について考えた場合、輸送車両を所有しているのが生産者でもブローカーでもなく運転手であることが問題となる。運転手にとっては積荷が青果物であるとは限らないために、冷凍機つき輸送車両を購入するメリットが少ない。また、ブローカーの仕事は人脈さえあれば携帯電話を駆使することで自由に取引を行えるのが特徴であり、高く売れるものを高く売れる場所で売るという業務の性質上、輸送車両を保有することは逆に選択の自由度を低下させる。

2-4-4 鮮度保持技術導入の方向性

中国国内でも、コールドチェーン（中国語で「冷鏈」）という言葉が市民権を確立しつつあり、北京市工商局は2005年4月末、肉製品、乳製品および豆加工製品について、現時点でコールドチェーン普及率が約5%であることを発表した上で、市内にある67のスーパーマーケットに対して、率先してコールドチェーンを導入するよう求めた。ただし、北京市の今回の取り組みに青果物は含まれていない。

コールドチェーンを普及させるには生産地から消費地まで一貫した取り組みが必要であり、重要な中継地点である卸売市場に適切な設備が導入されない限り困難だと言える。また、取引時間を短縮させるための電子決済の導入や、取引形態の改善なども求められる。

これまで紹介してきたように、中国の青果物流通における鮮度保持の技術は未成熟であり、短期間で劇的に改善される可能性は低い。しかしながら、経済発展を続けている中国では収入の二極分化が進んでおり、一部の富裕層は高額であっても新鮮で安全な青果物を求めている。母数となる総人口が13億を越える中国では、一部と言っても数千万人の富裕層が存在しており、その富裕層の大部分が沿岸地域に住んでいる。

卸売市場を経由することが鮮度低下を招いている現状では、コールドチェーンが導入されるとすれば市場外流通に限定される。この場合、都市部の富裕層をターゲットとした一部の高級食材店や高級ホテル、レストランなどがアクターとなり、産地直送の流通網を構築する可能性が考えられる。生産段階での信頼性や収穫後の適切な処理を考慮するとブローカーを介在させることはリスクを生むので、産地の偽装やブランド名の盗用を防ぐ目

的でも、生産地から消費地までの一貫した流通システムを構築することが求められる。

その他のアクターについて考えると、運転手は「上流」のチャネルも「下流」のチャネルもブローカーに抑えられているため、主導的な役割を果たすことは困難である。また、農村を出身母体とするブローカーには青果物が都市部に入ってから他省ナンバー制限があり、一貫した流通システムの構築には障害がある。生産者もしくは生産者団体についても同様の問題が存在している。

上記のような理由により、新たな流通システム構築に主導的な役割を果たすのは、消費者に近いところにいる小売業者など「下流」のアクターとなる可能性が高い。小売店を設けず消費者に直接配送することで、上流から下流まで一貫した流通網を構築するという方法もあり、その場合は最も「下流」にいる消費者が消費者団体を設立することでアクターとして振舞うことも可能である。今後、中国の青果物流通における鮮度保持は、購買力のある富裕層消費者のニーズに応える方向へ向かっていくと考えられる。

2-5 輸出向け野菜の流通システム

本章では中国国内の野菜流通について紹介してきた。国内消費向けの野菜と輸出向けの野菜とは流通システムが異なっており、ここでは輸出向けの流通システムについても簡単に紹介する。中国産野菜の対日輸出チャネルの形成に関しては、まず農家所得の向上を目指す輸出型農業の展開、野菜加工技術レベルの向上などの中国国内での要因、次に日本企業による海外産地との契約栽培、原材料確保のための現地法人設立による対外直接投資などの日本サイドの要因、そして台湾及び香港の食品企業による日本企

業と中国の産地との間のパイプ形成という背後要因の3つの形成要因があった（陳、2001）。つまり、中国国内の野菜流通システムと対日輸出向け野菜流通システムは、野菜の生産段階から異なっているということであり、「2-4 現状での問題点」で指摘した問題点を対日輸出向け野菜流通にそのまま当てはめて考えることはできない。

主に対日輸出向けのタマネギとゴボウの加工を行っている山東省の桜龍食品公司では、原材料は農家との契約栽培によるものと自社農場で生産したものを併用しており、市場を通過したものは用いていなかった。収穫－洗浄・加工－冷蔵－箱詰－冷蔵－出荷というプロセスで輸出を行い、2002年のタマネギ出荷量7000トンに対して、2000トン収容の冷蔵庫を保有していた。日本サイドの要求に合わせて加工しており、ゴボウの場合は泥つきで出荷する他、皮むきや細切りといった加工が可能で、保存温度も日本側の要求に沿って1～3℃で保存していた。輸出港への輸送には冷凍機を備えた車両を使用していた。

2-6 まとめ

中国国内の野菜流通システムの実態を捉える上で、最大の野菜消費者である都市部住民の食卓を支える消費地卸売市場の代表として、北京市の新発地卸売市場を中心に観察および分析を行った。その結果わかった問題点は、ソフトとハードの2つの側面にわけられる。

まずは、流通ルートの設定および市場の管理というソフトの問題である。人口集中と購買力拡大によって、都市部での野菜消費は増加を続けている。その野菜を供給するだけの土地資源や水資源が都市近郊に十分に備わっていないため、遠距離輸送が必要となり、多くの輸送エネルギーが消費され

る上、輸送段階での品質劣化がロスを生んでいる。地域特産品を除いては、地元生産品を地元で消費する、地産地消の考えに基づく近距離輸送で都市住民の食卓をまかなう努力が必要である。逆説的ではあるが、この広大な国土を活かすためにこそ、地産地消の考え方が重要である。

市場管理改革に関しては、北京の大鐘寺市場が今年3月に改修を開始し、新発地市場も2005年までに冷蔵施設の建設計画を立てるなど、施設整備は現在進行中であるが、同時に情報処理機能の充実や職員教育などのソフトの改革をさらに進める必要がある。また、卸売市場法など法律面の早期整備や、セリ方式の導入を推進する取り組みが求められる。

次に、保鮮技術に関するハードの問題がある。日本の野菜流通と比較すると低過ぎるとも言える流通マージンは保鮮技術への投資意欲を減退させ、量で質をカバーするための運搬車両への過積載が横行している。しかしながら、流通マージン比率を上げるために産地での買い入れ価格を下げることは、都市部住民との所得格差が相対的に広がり続けている農家の所得を減らすことに直接つながる。したがって、流通マージンを上げるには卸売価格及び小売価格の上昇が必要となるが、都市部の住民全ての所得が野菜値上げに対応できるだけの増加をしているわけではなく、都市部の低所得労働者層への経済的圧迫を招くことになる。結果として鮮度保持技術の導入は、一部の高級レストランやデパートの高級食材店などへの産地直送野菜が普及した場合に限られるであろう。「2-4 鮮度保持技術のニーズ」で述べたように野菜の鮮度を重視しているのは富裕層の消費者であり、導入可能性を探るには富裕層をターゲットとした市場外流通に関する調査が必要だと考えられる。

また、20年以上にわたり実施されてきた1人っ子政策は高齢者層を厚く

し、彼等は昔ながらの「小販」で量り売りの野菜を当日使う分だけ購入する生活に慣れている。「小販」は新発地市場などの消費地卸売市場を経由する市場流通で野菜を調達していることもあり、小売価格を大きく上昇させるような保鮮技術の導入実現性は低い。現在の低コスト保鮮技術の評価を正しく行い、より効率的かつ低コストな保鮮技術の普及を推進する必要がある。

第3章 中国の野菜流通における品質保持技術

3-1 はじめに

中国の青果物流通市場は年々拡大し続けており、また高速道路網の拡充も手伝って都市部で入手可能な青果物の種類は多様化している。他方、流通過程における青果物の鮮度保持を図るためには温度管理が重要であり、例えばコールドチェーン技術の導入などに見られるように資材やエネルギー、労力および情報を適切に投資することが求められる。ここでコールドチェーンとは「農産物などの流通において、品質保持のための低温管理が切れ間なく行われて各工程が鎖状に連結している状態、およびその流通システム」を指す用語である。

しかしながら、開発途上国において莫大な初期資本を要する技術を導入するためには、まずパイロット・スケールでの実現可能性調査（フィジビリティ・スタディ）が必要となる。コールドチェーン技術の対象となる青果物の鮮度保持と低温管理に関する研究は椎名（1992）や Yasunaga（2002）などがあり、特に流通段階における青果物の品温変化と品質に関する研究には Nei（2005）がある。呼吸速度と品質の関係については、Hu（2002）の研究により呼吸速度を鮮度保持指標に使用することの妥当性が認められている。呼吸速度は品温と時間に依存することがわかっている（Uchino、2004）。予測モデルに関する近年の研究には、川越（2005）による呼吸速度計測法に関する研究があるが、実験室環境においてガス濃度の計測を要することや数理モデル自体の複雑さなどからフィジビリティ・スタディの段階での適用は困難なものと考えられる。むしろ中国における青果物流通システムの問題点を明らかにするためには、生産地から卸売市場まで搬送される青果物の

品温を連続して経時的に計測することがまず不可欠となる。

そこで本章では、中国国内の生産地から北京市の新発地市場に搬入される青果物の温度管理を追跡して輸送中における品温の経時変化を連続的に計測すること、ならびに荷姿の異なる青果物を対象とした市場滞貨中の外気温および品温を連続的に計測することにより、青果物の品質低下を数値化し、温度管理上の問題点を明らかにすることとする。現地での計測は、北京市において最高気温と最低気温の温度差が最大となるのは4～5月であることから春季に行われた。

3-2 材料および方法

3-2-1 包装形態別のニンジンの品温変化と青果物積算呼吸量に関する分析

3-2-1-1 材料

2003年3月29日午前4:00から正午12:00にかけて8時間にわたり、新発地市場において取引されるのを待つニンジンの包装形態ごとの品温と外気温を20分間隔で計測。計測する温度はそれぞれ、地表面に直接置かれた外装内部のニンジンの、葉部の切断面から中心に向かってサーミスタ先端を約5～10 cmの深さに刺し込んだ時の温度と、計測対象から約30 cm離れた地表面で、地表から約10 cmの高さに温度計感応部を置いた時の外気の温度（以下、外気温）とした。包装形態は、無包装の他に、それぞれプラスチックフィルム袋と段ボール箱を外装資材として用いたものである。また温度および湿度の計測には、温湿度データロガー（TR-72S、T&D社）、温湿度計（RHTH-1、清華同方社）、温度計（JM222、天津立文社）を用いた。

3-2-1-2 方法

計測した品温データを多項式近似させて品温 T を時間 t の関数として表す。ただし、計測データを近似させる際、実際のデータを、より忠実に表すために 2 時間ごと 4 つの範囲に区分して、それぞれ別の近似関数を算出した。

質低下を数量的に表すために青果物呼吸速度 r ($\text{CO}_2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) を用いた。まず、品温ごとの青果物呼吸速度（以下、呼吸速度 r ）を USDA ハンドブック (Hardeburg, 1986) のデータをもとに、 $0 \sim 25 \text{ }^\circ\text{C}$ の範囲で多項式近似させて呼吸速度 r を品温 T の関数として表す。青果物の呼吸速度を品温の関数で表す時、一般的には Gore 式を用いて、品温が $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 上昇した時の呼吸速度の上昇率を温度係数 Q_{10} で表す（茶珍和雄、2000）が、 $0 \sim 25 \text{ }^\circ\text{C}$ の範囲では 2 次関数で近似できることから、ここでは 2 次関数で近似する。

2 つの関数から呼吸速度 r を時間 t の関数として表し、経過時間の範囲で積分を行うことで青果物積算呼吸量 R （以下、積算呼吸量 R ）を算出し、時間帯ごとおよび包装形態ごとに比較を行った。

3-2-2 包装形態・保存場所別の青果物品温と呼吸による質量損失に関する分析

3-2-2-1 材料

2003 年 1 月 24 日から 3 月 21 日の期間に新発地市場で取引されるのを待つ 6 品目の青果物（カリフラワー、トマト、レタス、サツマイモ、ダイコン、ナス）の品温と外気温を計測する。青果物の品温計測部位

は「3-2-1-1 材料」と同様とする。また、これらのうち3品目（カリフラワー、トマト、レタス）について、青果物1つを取りだして質量を計測した。包装形態は、無包装、段ボール箱包装、ネット包装のいずれかであり、品目と日時によって異なる。保存場所も品目と日時によって異なり、無包装の青果物の場合、トラック荷台、トラック外面（外気に触れている）、地表面に置かれた段ボール箱上部、秤台上部のいずれかであり、包装されている場合、トラック荷台か地表面のいずれかである。また温度、湿度および質量の計測には、温湿度データロガー（TR-72S、T&D社）、温湿度計（RHTH-1、清華同方社）、温度計（JM222、天津立文社）、および電子秤（ES-C2100A、湘儀天秤社）を用いた。

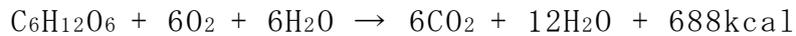
3-2-2-2 方法

計測時の青果物の品温と保存に好適な温度（以下、保存適温）との温度差を算出し、その値を品目別、包装形態別および保存場所別に比較することで、各包装形態および保存場所の青果物6品目の保存状態を比較する。保存適温については、フレッシュフードシステム（宮崎、2000a）から抜粋した（表3-1）。

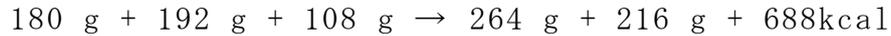
表 3-1 青果物の保存に好適な温度（宮崎、2000a）

	カリフラワー	サツマイモ	ダイコン	トマト	ナス	レタス
保存に好適な温度 (°C)	0～2	13	0～2	2～5	10～12	0～2

また、青果物の呼吸反応をグルコース換算で反応式に表すと、



となり、質量で表すと、



となることから、CO₂が264 g排出されるときグルコース消費による質量損失は180 gとなり、H₂Oの損失を含めると質量損失は288 gとなる。ただし216 gのH₂Oが呼吸時に生成されること、および流通現場での計測という制限から水分蒸散量を計測していないことから、青果物が呼吸作用でCO₂を44 g排出するときの質量損失を、グルコース消費量に相当する30 gとして計算する。これを利用して6品目のうち3品目（カリフラワー、トマト、レタス）の呼吸による質量損失を、呼吸速度 r から求められるCO₂排出量から算出して比較を行った。

3-2-3 輸送中のハクサイの品温変化と積算呼吸熱に関する分析

3-2-3-1 材料

2004年4月2日午前10:00より4月3日午前10:00にかけて、河北省昌黎県から北京市新発地市場まで輸送されるハクサイの品温と車両荷台温度を5分間隔で計測した。

図3-1に本研究の対象とした生産地から市場までの青果物流通経路を示す。図に示すように、生産地である河北省昌黎県は中国の首都北京から東に約300kmのところに位置しており、総面積が1,200km²、人口は約54万人と比較的人口密度の高い(450人/km²)地域である。また、農村人口は48万人であり、総人口の89%を占める。ハクサイの集荷は、昌黎中心地から南西に約15kmのところにある新集鎮の新村、大

夫村、沙子村、常陳庄、大周庄の計5ヶ所で行った。集荷終了後は、目的地である北京市新發地市場まで約5時間半かけて移動した。計測は集荷前の空荷状態から市場での滞貨状態まで24時間にわたり継続して行う。材料のハクサイは約25kgずつ緑色半透明のポリ袋に袋詰めされ、無蓋トラックの荷台上に垂直9列・水平3列・前後15列に積み込んだ状態で輸送された。また、温湿度計測には温湿度データロガー（TR-72U, T&D社）および小型防水温度データロガー（TR-52, T&D社）を用いた。

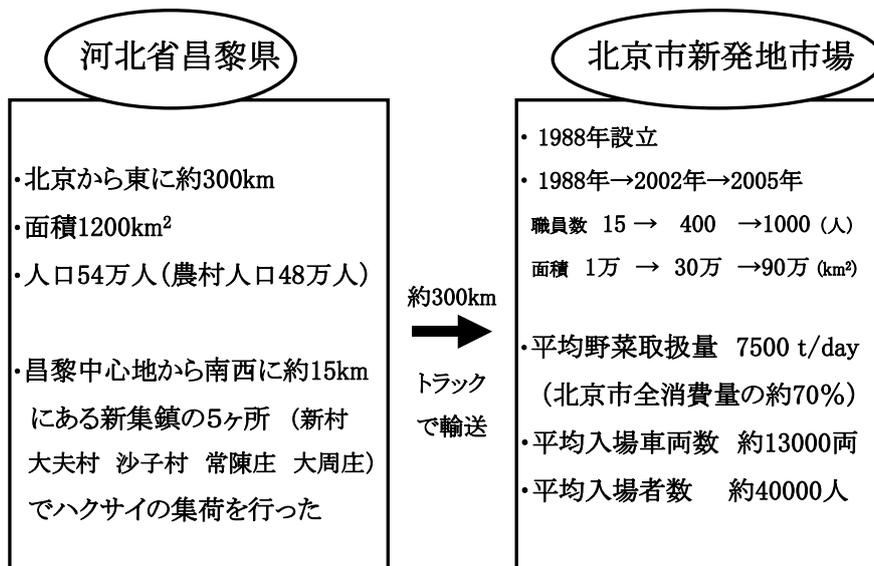


図 3-1 ハクサイの流通経路

3-2-3-2 方法

図 3-2 に青果物の輸送時における温湿度計の設置箇所を示す。図に示すように、青果物の品温 (Ch. 1~6) と荷台上の温度および湿度 (Ch. A, B) をそれぞれ計測した。ここで品温は収穫時の切断面から中心

に向かってサーミスタを約 5 cm の深さに刺し込んだ時の温度とする。

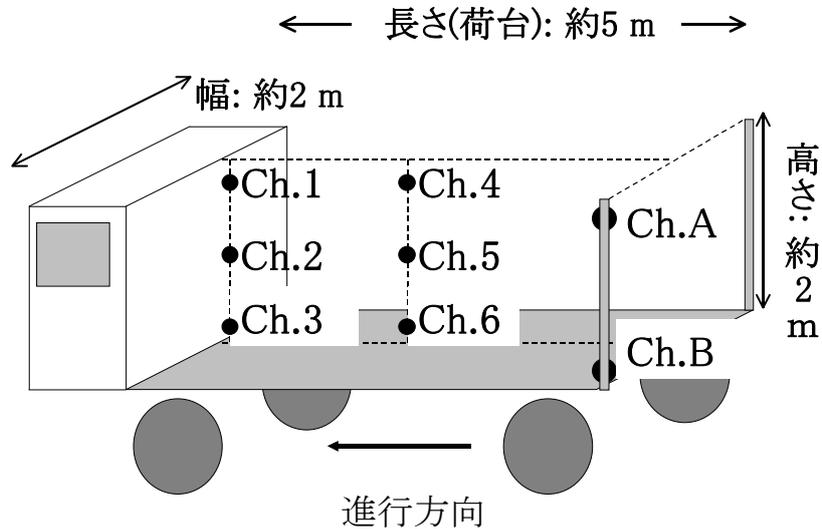


図 3-2 温湿度計の設置個所

3-2-4 青果物の品温と呼吸速度および呼吸熱に関する分析

図 3-3 は、各品温におけるニンジンの呼吸速度を表したものであり、データは USDA ハンドブック (Hardeburg ら、1986) から抜粋した。近似式は以下のようになり、

$$r = 0.17T^2 + 0.35T + 20 \quad (0 \leq T \leq 25) \quad \dots (1)$$

呼吸速度 r ($\text{CO}_2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) を品温 T ($^{\circ}\text{C}$) の 2 次関数で表せる。

以下同様に、カリフラワー、トマト、レタスの呼吸速度 r を品温 T の 2 次関数で表すとそれぞれ以下の式のようになる。

$$\text{カリフラワー} \quad r = 0.17T^2 + 0.05T + 19 \quad (0 \leq T \leq 25) \quad \dots (2)$$

$$\text{トマト} \quad r = 0.07T^2 + 0.43T + 6 \quad (0 \leq T \leq 25) \quad \dots (3)$$

$$\text{レタス} \quad r = 0.11T^2 + 0.23T + 17 \quad (0 \leq T \leq 25) \quad \dots (4)$$

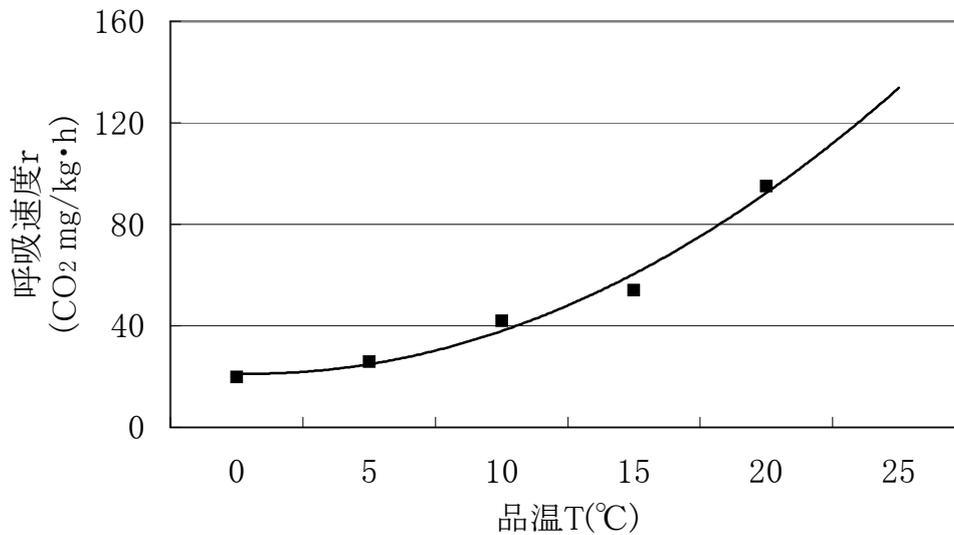


図 3-3 ニンジンの最高呼吸速度（相良、2003）

また、計測されたハクサイの品温変化を説明するために、青果物の呼吸によって生ずる呼吸熱 q ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$) を用いる。青果物の呼吸熱 q を品温 T の関数で表す際に、本研究では品温と呼吸熱との関係を 2 次式に近似して各品温における呼吸熱を推算し、経過時間の範囲で積分を行うことで青果物積算呼吸熱 Q （以下、積算呼吸熱 Q ）を算出した。図 3-4 は、各品温におけるニンジンの呼吸速度を表したものであり、データは USDA ハンドブック（Hardeburg ら、1986）から抜粋した。近似式は以下のようになり、

$$r = 0.04q^2 - 0.46q + 5.36 \quad (0 \leq T \leq 25) \quad \dots (5)$$

呼吸熱 q ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$) を品温 T ($^{\circ}\text{C}$) の 2 次関数で表せる。

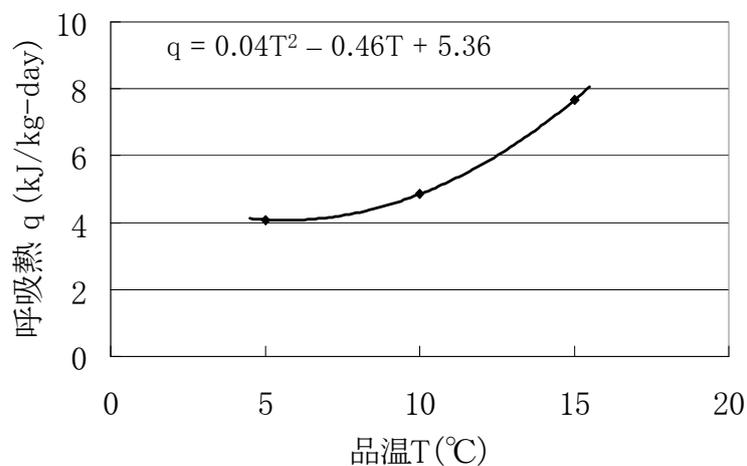


図 3-4 各品温におけるハクサイの呼吸熱 (Hardeburg ら、1986)

3-3 結果

3-3-1 包装形態別のニンジンの品温変化と青果物積算呼吸量

3-3-1-1 新発地市場において保存中のニンジンの品温変化

2003年3月29日に新発地市場で計測した、ニンジンの包装形態別品温および外気温を図3-5に示す。数値は表3-2の通りである。

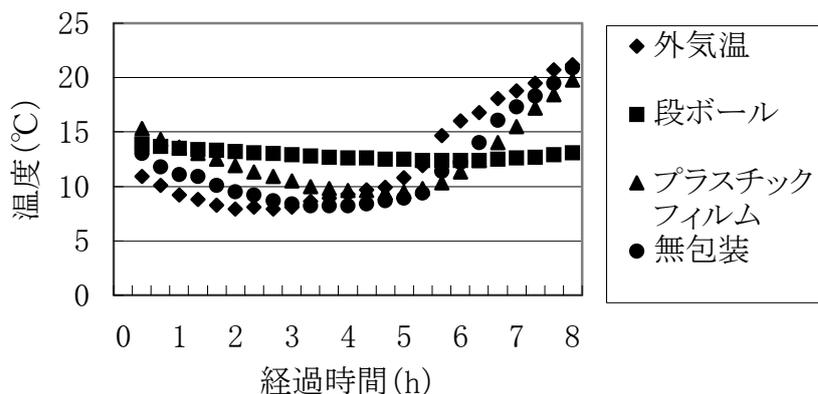


図 3-5 新発地市場において地表に置かれた各外装の内部(無包装除く)にあるニンジンの品温と外気温 (2003年3月29日計測)

表 3-2 新発地市場において地表に置かれた各外装の内部
(無包装除く)にあるエンジンの品温と外気温

	経過時間 (h)											
	0	1		2		3		4				
大気温度 (°C)	10.9	10.1	9.2	8.8	8.3	7.9	8.1	7.9	8.1	8.6	8.9	9.3
段ボール箱 (°C)	13.9	13.7	13.5	13.4	13.3	13.2	13.1	13.0	12.9	12.8	12.7	12.6
プラスチック (°C)	15.3	14.3	13.6	13.0	12.5	11.9	11.3	10.9	10.5	10.0	9.8	9.6
無包装 (°C)	13.0	11.8	11.1	10.9	10.1	9.5	9.2	8.7	8.4	8.2	8.2	8.2

		4		5		6		7		8				
		9.3	9.7	9.9	10.8	11.9	14.7	16.0	16.8	18.1	18.8	19.5	20.7	21.2
		12.6	12.6	12.5	12.5	12.4	12.4	12.4	12.4	12.5	12.6	12.7	12.9	13.1
		9.6	9.6	9.4	9.5	9.8	10.3	11.3	12.4	14.0	15.5	17.2	18.4	19.8
		8.2	8.4	8.7	8.9	9.4	11.4	12.2	14.0	16.1	17.3	18.3	19.5	20.9

3-3-1-2 新発地市場において保存中のエンジンの積算呼吸量

品温の計測データを2時間ごとに区分し、品温 T を経過時間 t の関数で表した近似式はそれぞれ、

「無包装のもの」

$$T = 0.75t^2 - 3.85t + 14.20 \quad (0 \leq t \leq 2) \quad \dots (6)$$

$$T = 0.45t^2 - 3.35t + 14.40 \quad (2 \leq t \leq 4) \quad \dots (7)$$

$$T = 1.3t^2 - 11t + 31.4 \quad (4 \leq t \leq 6) \quad \dots (8)$$

$$T = -1.15t^2 - 9.54t - 27.47 \quad (6 \leq t \leq 8) \quad \dots (9)$$

「外装にプラスチックフィルム袋を用いたもの」

$$T = 0.51t^2 - 3.23t + 16.32 \quad (0 \leq t \leq 2) \quad \dots (10)$$

$$T = 0.25t^2 - 2.65t + 16.20 \quad (2 \leq t \leq 4) \quad \dots (11)$$

$$T = 0.95t^2 - 8.65t + 29 \quad (4 \leq t \leq 6) \quad \dots (12)$$

$$T = 0.05t^2 + 3.55t - 11.8 \quad (6 \leq t \leq 8) \quad \dots (13)$$

「外装に段ボール箱を用いたもの」

$$T = -0.42t + 14.04 \quad (0 \leq t \leq 2) \quad \dots (14)$$

$$T = -0.3t + 13.8 \quad (2 \leq t \leq 4) \quad \dots (15)$$

$$T = -0.1t + 13 \quad (4 \leq t \leq 6) \quad \dots (16)$$

$$T = 0.35t + 10.3 \quad (6 \leq t \leq 8) \quad \dots (17)$$

となる。

また、呼吸速度 r を品温 T の関数で表した式 (1) に、式 (6) から式 (17) をそれぞれ代入して式 (18) の形をつくり、

$$r = f(t) \quad \dots (18)$$

それを経過時間 t で積分したものが、

式 (19) で算出される積算呼吸量 R である。

$$R = \int f(t) dt \quad \dots (19)$$

計算結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 新発地市場におけるニンジンの包装形態別 積算呼吸量

	経過時間 (h)								合計
	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	
無包装 (CO ₂ mg・kg ⁻¹)	51.2	40.7	36.5	34.4	34.7	41.9	66.4	86.3	392.1
プラスチック (CO ₂ mg・kg ⁻¹)	62.9	51.7	45.1	40.5	38.3	41.5	55.4	79.4	414.8
段ボール (CO ₂ mg・kg ⁻¹)	57.4	55.3	53.5	52.1	51.2	50.7	51.3	51.2	422.6

3-3-2 包装形態・保存場所別の青果物品温と呼吸による質量損失

3-3-2-1 新発地市場において保存中の青果物品温と保存適温

2003年1月24日から3月21日にかけて計測した、6品目の青果物（カリフラワー、トマト、レタス、サツマイモ、ダイコン、ナス）の品温データを表3-4および表3-5に示す。外装形態および保存状態は表に書き添えた。また、計測した品温と保存適温との温度差を、品目によって保存適温が異なるので品目別にしたうえで、包装形態および保存場所によって図示したものが、図3-6から図3-9である。

表 3-4 新発地市場における外気温と青果物

(カリフラワー・トマト・レタス) の品温

	Jan24	Jan30	Feb12	Feb23	Feb8	Feb14	Feb20	Mar21	
	無包装	ネット							
	荷台	荷台	荷台	荷台	荷台外	荷台	荷台	地表面	
外気温(℃)	0.7	2.4	3.2	5.8	7.0	7.8	9.8	13.4	
カリフラワー 内部品温(℃)	10.1	6.5	10.8	8.1	7.2	5.7	12.1	6.4	
	Feb12	Feb21	Feb8	Feb23	Feb14	Feb20	Mar17	Mar21	
	単独無包装	段ボール	段ボール	段ボール	単独無包装	段ボール	無包装	単独無包装	
	紙箱上	荷台	地表面	荷台	荷台	荷台	荷台	紙箱上	
外気温(℃)	3.3	6.5	6.8	6.8	7.8	12.6	15.2	18.5	
トマト内部 品温(℃)	0.9	7.8	2.8	5.8	3.9	4.8	14.4	13.5	
	Jan24	Jan30	Feb12	Feb12	Feb23	Feb21	Feb8	Feb14	Mar21
	無包装	単独秤上							
	荷台外	荷台外	荷台	荷台	荷台	荷台	荷台	荷台	無包装
外気温(℃)	1.8	2.9	3.4	4.0	5.4	6.4	6.8	7.7	11.9
レタス内部 品温(℃)	1.3	1.1	8.0	9.2	6.7	7.0	7.7	7.4	6.7

表 3-5 新発地市場における外気温と青果物

(サツマイモ・ダイコン・ナス) の品温

	Jan24	Jan30	Feb12	Feb23	Feb8	Feb14	Feb21	Feb20	Mar21
	無包装	無包装	無包装	無包装	無包装	無包装	無包装	無包装	無包装
	荷台外	荷台外	荷台	荷台外	荷台外	荷台	荷台外	荷台外	荷台外
外気温 (°C)	1.1	4.4	5.2	7.7	9.5	9.7	11.3	13.7	15.9
サツマイモ内 部品温 (°C)	1.4	3.3	7.0	6.7	5.4	9.9	4.7	8.3	12.8
	Jan24	Jan30	Feb12	Feb23	Feb8	Feb20	Feb14	Mar21	
	無包装	無包装	無包装	無包装	無包装	無包装	無包装	無包装	
	荷台	荷台	荷台	荷台	荷台	荷台外	荷台外	荷台	
外気温 (°C)	1.0	3.2	4.5	6.6	7.0	8.2	9.6	11.4	
ダイコン 内部品温 (°C)	1.4	4.9	7.3	4.2	10.2	2.5	3.3	11.2	
	Jan24	Jan30	Feb12	Feb23	Feb8	Feb14	Mar21		
	無包装	無包装	段ボール	段ボール	段ボール	段ボール	段ボール		
	荷台	段ボール	荷台	地表面	荷台	荷台	荷台		
外気温 (°C)	1.1	2.2	4.3	5.4	6.8	7.6	16.9		
ナス内部 品温 (°C)	2.3	0.7	1.9	6.3	9.0	7.5	13.2		

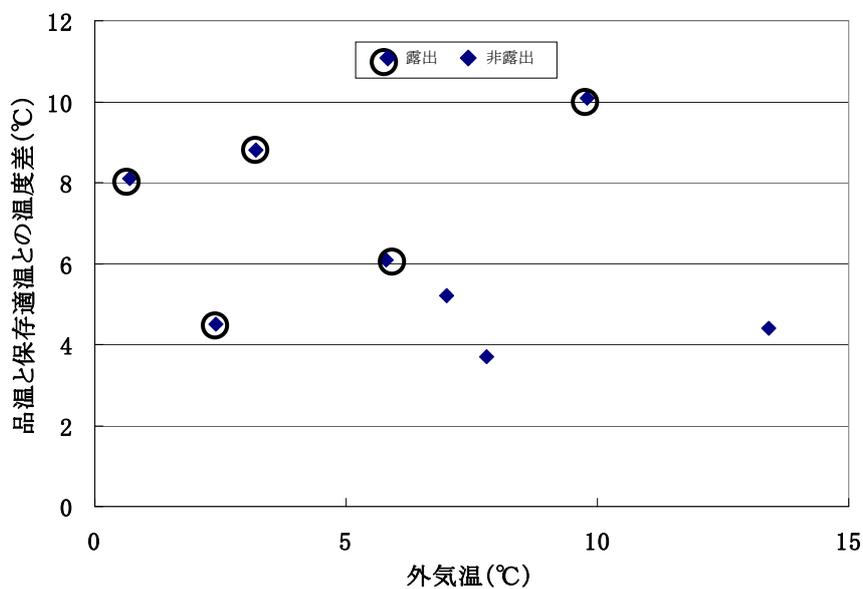


図 3-6 新発地市場における外気温とカリフラワーの温度差（保存適温と品温との差）との関係（カリフラワーの保存適温：0～2℃）

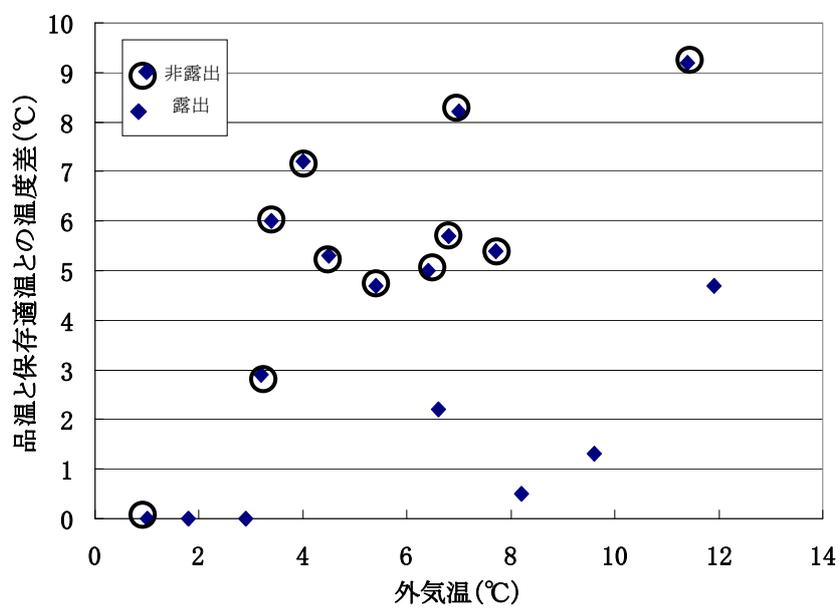


図 3-7 新発地市場における外気温とダイコン・レタスの温度差（保存適温と品温との差）との関係（ダイコン・レタスの保存適温：0～2℃）

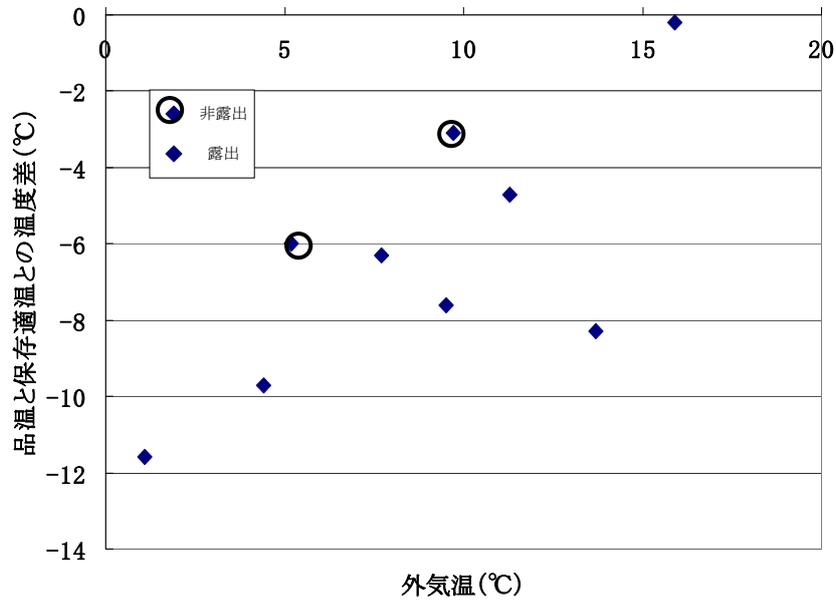


図 3-8 新発地市場における外気温とサツマイモの温度差（保存適温との差）との関係（サツマイモの保存適温:13°C）

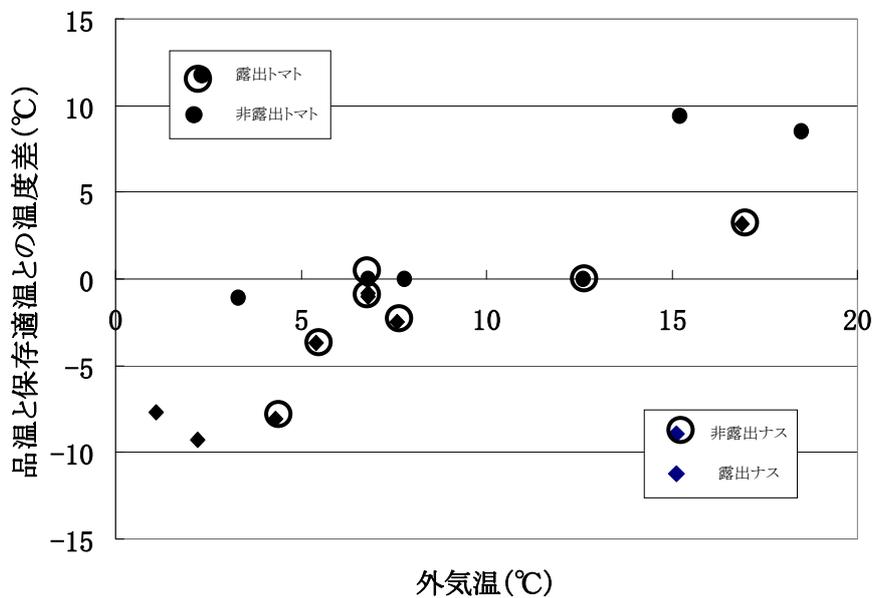


図 3-9 新発地市場における外気温とトマトおよびナスの温度差（保存適温との差）との関係（トマトの保存適温:2~5°C 同ナス:10~12°C）

3-3-2-2 新発地市場において保存中の青果物の質量損失

カリフラワー、トマト、レタスの3品目について、計測した質量を表3-6に示す。また、計測した青果物の品温を式(2)から式(4)に代入して呼吸速度 r を算出し、表3-6の質量データを用いて青果物の1時間あたりの質量損失を算出した結果が表3-7である。

表 3-6 新発地市場における青果物の品温と質量

	Jan24	Jan30	Feb12	Feb23	Feb8	Feb14	Feb20	Mar21
カリフラワー 内部品温(°C)	10.1	6.5	10.8	8.1	7.2	5.7	12.1	6.4
質量(g)	データ なし	1875.3	1837.6	1444.4	451.8	609.0	データ なし	データ なし
	Feb12	Feb21	Feb8	Feb23	Feb14	Feb20	Mar17	Mar21
トマト 内部品温(°C)	0.9	7.8	2.8	5.8	3.9	4.8	14.4	13.5
質量(g)	237.6	データ なし	163.6	268.3	187.2	データ なし	205.4	データ なし
	Jan24	Jan30	Feb12	Feb12	Feb23	Feb21	Feb8	Feb14
レタス 内部品温(°C)	1.3	1.1	8.0	9.2	6.7	7.0	7.7	7.4
質量(g)	データ なし	485.1	データ なし	447.9	844.0	データ なし	301.8	606.0

表 3-7 新発地市場における青果物の呼吸速度と呼吸による

1 時間当たりの損失質量

カリフラワー	Jan24	Jan30	Feb12	Feb23	Feb8	Feb14	Feb20	Mar21
呼吸速度 (CO ₂ mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	34.8	24.5	37.4	28.6	26.2	22.8	42.5	24.3
損失質量(mg·h ⁻¹)	データなし	31.3	46.8	28.1	8.1	9.5	データなし	データなし
トマト	Feb12	Feb21	Feb8	Feb23	Feb14	Feb20	Mar17	Mar21
呼吸速度 (CO ₂ mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	18.1	28.9	20.6	25.2	22.2	23.6	43.6	41.4
損失質量(mg·h ⁻¹)	2.9	データなし	2.3	4.6	2.8	データなし	6.1	データなし
レタス	Jan24	Jan30	Feb12	Feb12	Feb23	Feb21	Feb8	Feb14
呼吸速度 (CO ₂ mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	17.5	17.4	25.9	28.4	23.5	24.0	25.3	24.7
損失質量(mg·h ⁻¹)	データなし	5.8	データなし	8.7	13.5	データなし	5.2	10.2

3-3-3 輸送中のハクサイの品温変化と呼吸熱

図 3-10 に示すように、温度計測を開始した 2004 年 4 月 2 日 10:00 から 14:00 までの 4 時間は、空荷の状態ではクサイの集荷場所まで移動した。その後、約 8 時間かけて 5 箇所ではクサイを集荷した。同日 22:00 に北京市内の新発地市場に向けて出発し、約 5 時間 30 分かけて翌朝 3:30 に市場に到着した。なお、図中に示した期間中の相対湿度はいずれも 30%RH 以下であったため図示を省略した。

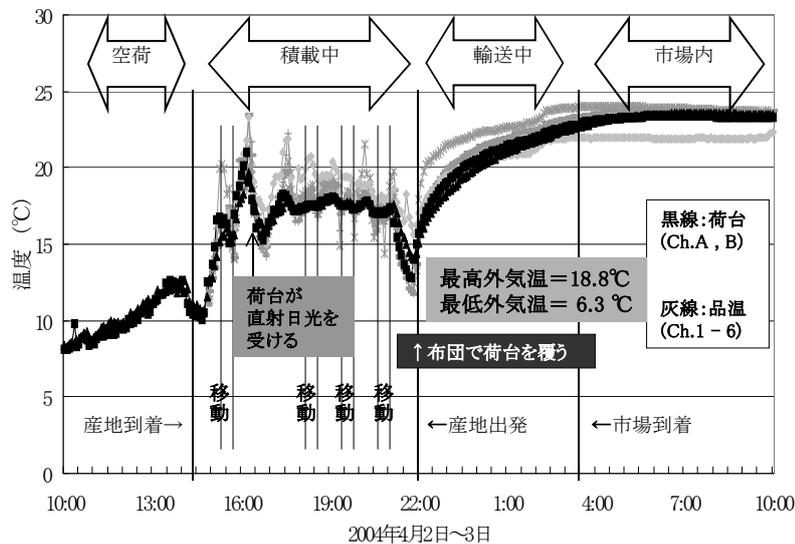


図 3-10 輸送中のハクサイの品温および車両荷台上温度の経時変化

3-4 考察

3-4-1 新発地市場におけるニンジンの品温変化と積算呼吸量

2003年3月29日に新発地卸売市場で計測したニンジンの品温から、8時間の積算呼吸量を図示したものが図3-11である。計測時間帯全体を通して見た場合、包装形態別の有意な差は見られない。3つの時間帯にわけて見た場合(図3-12)、段ボール箱包装のニンジンは常にほぼ一定の呼吸量なのに対して、無包装のニンジンは積算呼吸量最小の時間帯と最大の時間帯で積算呼吸量に1.9倍の差があり、プラスチックフィルム袋包装のニンジンでは1.5倍の差がある。このことから、冬季において外気温が変化している状況では、段ボール箱包装された青果物は積算呼吸量の増減の幅が小さく、無包装やプラスチックフィルム袋包装の青果物は積算呼吸量の増減の幅が大きいことがわかる。

ここで段ボール包装のエンジンの初期温度を、保存に適した温度とされる 2℃（宮崎、2000）に仮定して推算すると、無包装のエンジンと比較して積算呼吸量が約 35% まで減少した（図 3-13）。初期温度を低下させることで品質の低下を抑えることが可能になると考えられる。

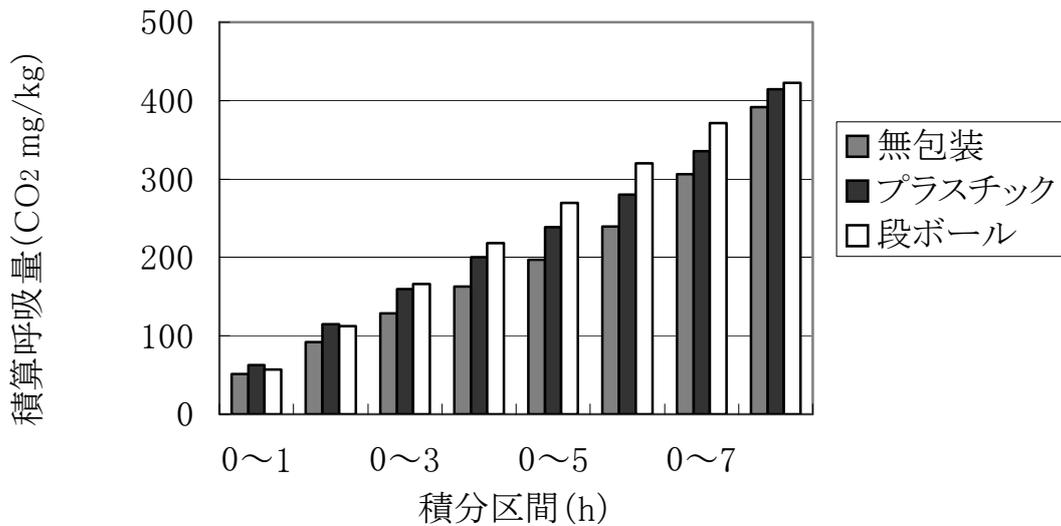


図 3-11 新発地市場におけるエンジンの包装形態別 経過時間加算呼吸量

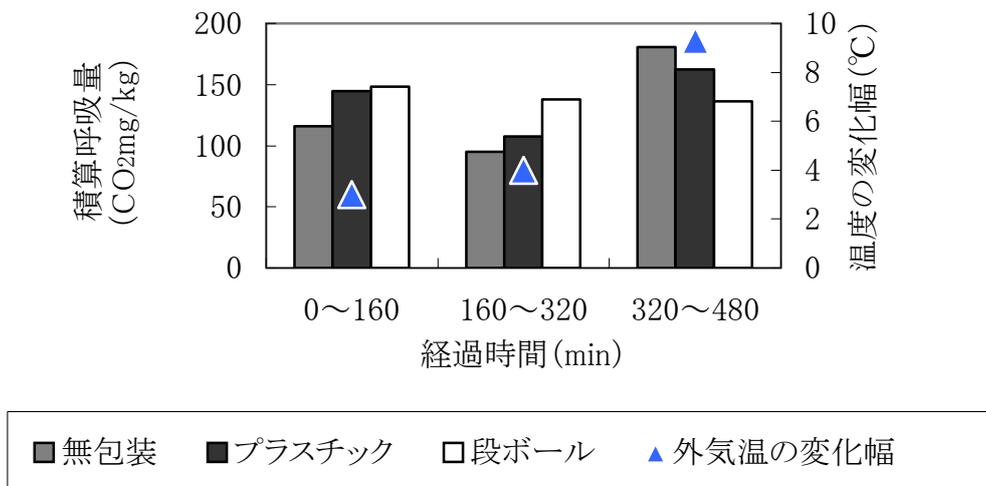


図 3-12 新発地市場におけるエンジンの包装形態・時間帯別 積算呼吸量

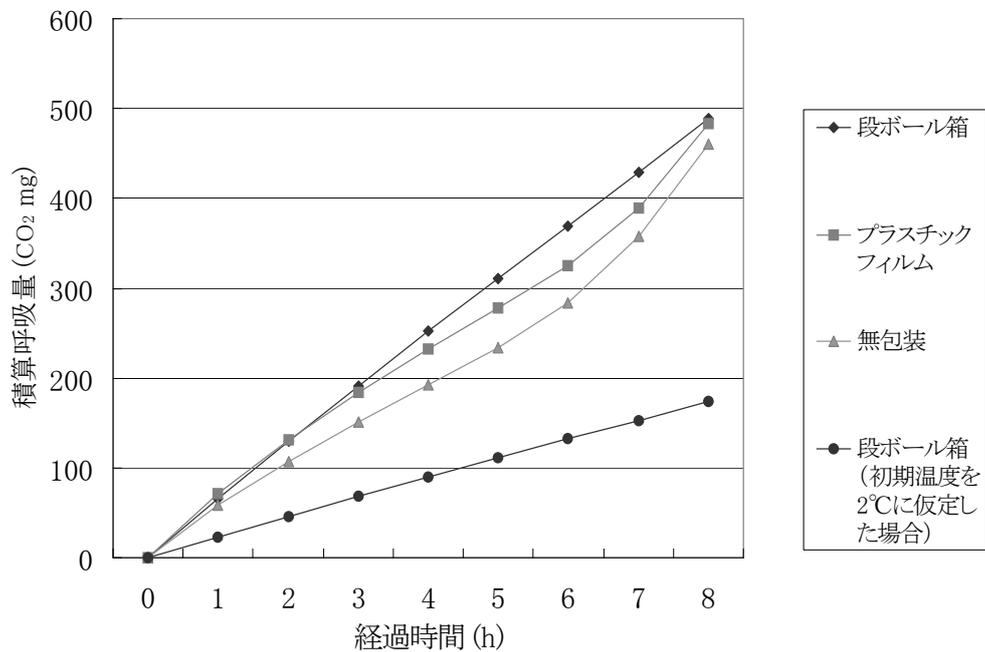


図 3-13 市場滞荷中のニンジンの積算呼吸量

3-4-2 青果物の保存状態と保存適温

3-4-2-1 カリフラワー・ダイコン・レタス

保存適温が 0~2 °C で同じ品目として、今回の計測対象品目の中ではカリフラワー、ダイコンおよびレタスがある (表 3-1)。これら 3 品目について、計測対象となった青果物の保存状態を、包装形態や保存場所によって、外気に触れているものと触れていないものに分けて、保存適温と品温との温度差の平均を算出し、図示したものが図 3-14 である。外気に触れている状態で保存された青果物の品温のほうが、外気に触れていない状態で保存されている青果物の品温よりも、保存適温に近く、より青果物の保存に好適である。

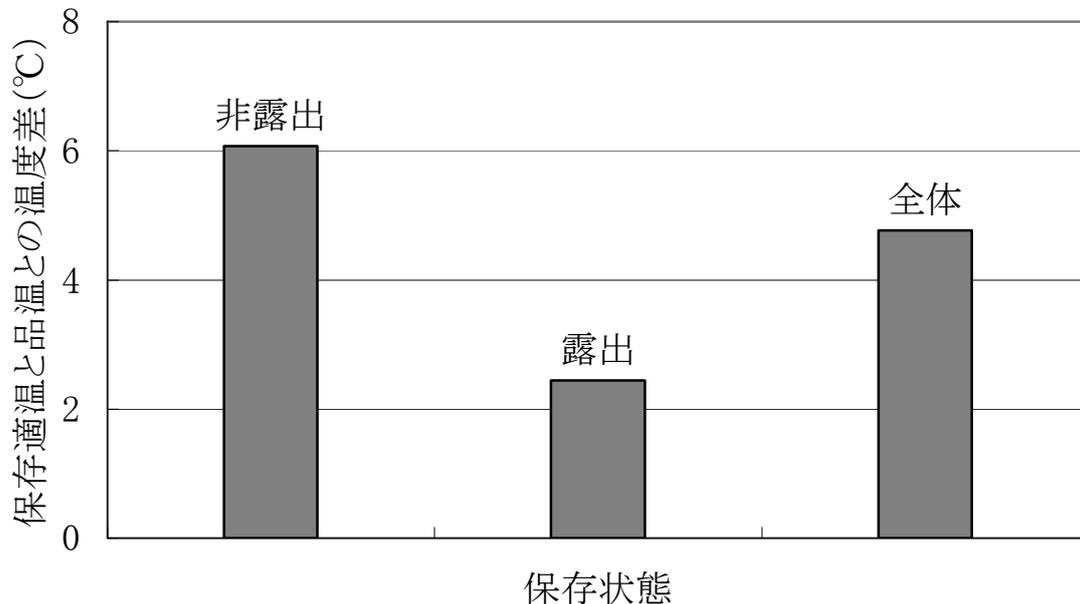


図 3-14 新発地市場における青果物（カリフラワー・ダイコン・レタス）の保存状態別保存に好適な温度と品温との温度差

3-4-2-2 サツマイモ

サツマイモの保存適温は 13℃であり（表 3-1）、図 3-7 にあるように外気温が上昇するほど品温が保存適温に近づく。外気に触れていない状態のサンプルは 2 点だが、その 2 点はいずれも、同じ程度の外気温で外気に触れている状態のサンプルよりも、保存適温に近く、より青果物の保存に好適である。

3-4-2-3 トマトおよびナス

トマトおよびナスの保存適温は、それぞれ 2～5℃と 10～12℃である（表 3-1）。これら 2 品目について、計測対象となった青果物の保存

状態を、包装形態や保存場所によって、外気に触れているものと触れていないものに分けて、保存適温と品温との温度差の平均を算出し、図示したものが図 3-15 である。トマトとナスの保存に最適な温度は異なるが、いずれの品目でも、外気に触れていない状態で保存された青果物の品温のほうが、外気に触れている状態で保存されている青果物の品温よりも、保存適温に近く、より青果物の保存に好適である。

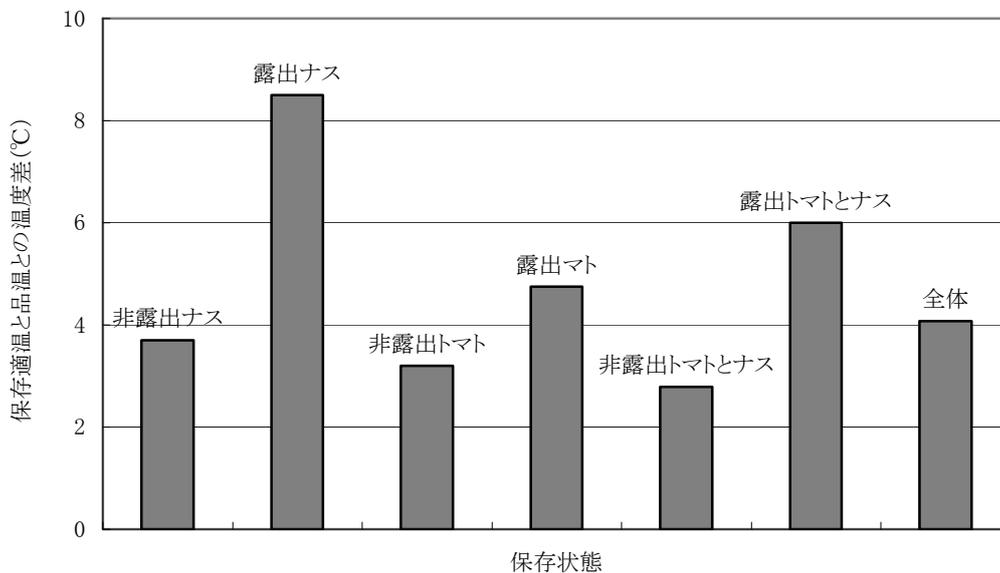


図 3-15 新発地市場におけるトマトとナスの保存状態別保存適温と品温との温度差（絶対値）

3-4-3 新発地市場における青果物品温と呼吸による質量損失

質量データがある 15 サンプルについて青果物の品温から呼吸速度を求めて、1 時間当たりの質量損失を示した（表 3-6）が、計測当時の温度が 72 時間継続したと仮定すると、呼吸による質量損失は青果物質

量の 0.3%未満である。また、品温が 10℃未満の場合の質量損失は、同様の仮定のもとで、いずれも青果物質量の 0.2%未満である。

青果物の呼吸によって 44mg の CO₂ が発生したときの水分発生量 36mg が全て失われたと仮定しても、青果物の呼吸による質量損失は市場で計測した品温の範囲では、青果物質量の 0.4%に満たない。

質量計測の対象となった 3 品目のうち、25 ℃での呼吸速度が最も大きい青果物はカリフラワーであり、その速度は 140 CO₂ mg kg⁻¹ h⁻¹ である。仮に品温 25 ℃の状態が 72 時間継続したと仮定すると、呼吸による質量損失は青果物質量の約 0.7%となり、呼吸により発生する水分が全て失われたとしても 2.0%に満たない。以上のことより、今回の計測期間においては、新発地市場における青果物の呼吸による質量損失は少ない。

3-4-4 呼吸熱と熱収支式

図 3-10 において、輸送中および市場内における各品温の経時変化に着目すると、輸送車両の荷台を蒲団で覆った時点から荷台温度および品温が上昇していることがわかる。産地から市場までの輸送にかかった 5 時間 30 分の間にハクサイの品温は 6.1 ℃上昇した。また、品温 T におけるハクサイの呼吸熱 q のデータを近似した式 (20) より、輸送中にハクサイの呼吸で生じた熱は 36,400 kJ であると算出された。

$$q = 0.04 T^2 - 0.46 T + 5.36 \quad \dots \text{式 (20)}$$

q : ハクサイの呼吸熱 (J・kg⁻¹・day⁻¹)

T : ハクサイの品温 (℃)

輸送中の熱収支式を式 (21) に示すようにモデル計算すると、その結果は図 3-16 のようになる。ただし、ハクサイの質量を 10000kg とし、荷台の大きさは縦 5m、横 2m、高さ 2m、布団の厚み m を 0.05m として計算を行った。また、布団の素材であるワタの熱伝導率を $0.03 (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$ とし、ハクサイの比熱を水の比熱と同様とした。

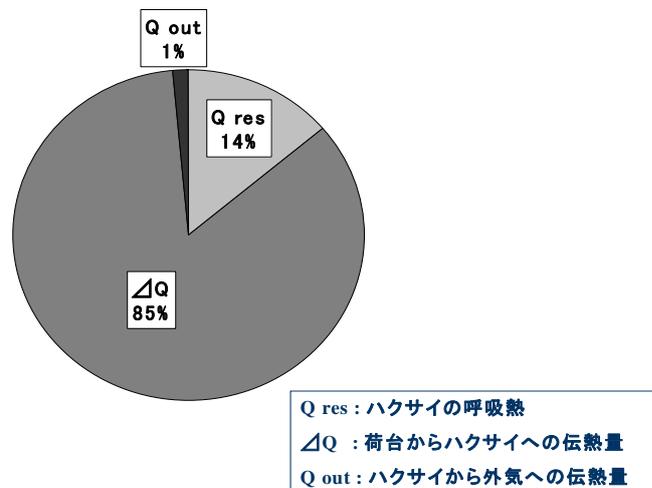


図 3-16 輸送中のハクサイの熱収支

$$W \cdot C_p dT/ds = Q_{res} \cdot \Delta t + \Delta Q + Q_{out} \quad \dots \text{式 (21)}$$

W : ハクサイの質量 (kg)

C_p : ハクサイの比熱 ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)

T : ハクサイの品温 ($^{\circ}C$)

t : 時間 (s)

Q_{res} : 単位時間当たりの呼吸熱 ($J \cdot s^{-1}$)

ΔQ : 荷台からハクサイへの伝熱量 (J)

Q_{out} : ハクサイから外気への伝熱量 (J)

図に示したように、輸送中のハクサイの品温を上昇させる要因のうち、ハクサイの呼吸熱は全体の 14%である。また、外気へ伝達される熱量は全体の 1%であり、大部分の熱量は覆われた布団の中に滞留することがわかった。他に熱源が考えられない為、残りの 85%は荷台を通じてトラックの発動機によって生じる熱が積荷であるハクサイに伝達しているものと考えられた。

3-5 まとめ

保冷設備の整っていない露天市場である新発地市場での、今回の計測時期における青果物の保鮮技術に関して、以下のことが言える。

生産地から卸売市場に至る流通時温度管理を、空荷、積載、輸送、市場内に大別した場合、特に積載段階において青果物品温の変動が激しいことがわかった。段ボール箱を外装に用いた包装形態は、プラスチックフィルム袋包装や無包装と比較して、外気温の変化が大きい場合でも品温変化の幅が小さい。よって、段ボール箱包装を用いることで、市場保存中の積算呼吸量の変動幅を小さく抑えることができることがわかった。また、段ボール箱包装のニンジンの品温プロフィールは無包装と比較すると品温の変動幅が 12%程度に抑えられている。初期温度が 2℃と仮定して段ボール包装のニンジンの積算呼吸量を算出すると、無包装のニンジンと比較して 35%程度に抑えられることがわかった。輸送時における青果物の品温上昇は、トラックの発動機から生じる熱量が主要な原因であり、呼吸熱による温度上昇は輸送時熱収支の 15%に満たないことがわかった。

包装形態や保存場所により、外気に触れている青果物と外気に触れていない青果物とは品温に差がある。保存適温が 0~2 °C のカリフラワー、ダイコンおよびレタスに関しては、外気に触れている青果物は、外気に触れていない青果物と比較して、品温が保存適温に近く、青果物の保存に適した状態にある。よって、青果物を外気に触れている状態で保存することで、青果物の質低下を抑えることができることがわかった。サツマイモ、トマト、ナスに関しては、外気に触れていない青果物は、外気に触れている青果物と比較して、品温が保存適温に近く、青果物の保存に適した状態にある。よって、青果物を外気に触れない状態で保存することで、青果物の質低下を抑えることができることがわかった。青果物の呼吸による質量損失は青果物質量に対して小さく、強制的な冷却によって品温を低く保持して呼吸量を抑えることは、この時期の青果物流通においては、青果物の質量損失を抑えるのに大きな効果は無いことがわかった。

これらより、生産地から卸売市場まで搬送される青果物の品温を連続して経時的に計測することで、青果物の呼吸速度および呼吸熱を算出して質低下を数量化することができた。また、中国の青果物流通における現状を把握し、質低下の原因を排除するための実測データを提供した。

第4章 中国の農村所得向上のためのロジスティック戦略

4-1 はじめに

中国の杜青林農業相は2003年3月、経済発展の続く東部沿岸の農民と、西部地区の農民の所得格差が4対1に広がっていること、また2002年の都市住民と農民の所得格差は3.1対1であることを明らかにした。都市部の経済発展は速く、現状のまま対策を行わなければ、その格差は中国の都市部で経済発展が止まるまで拡大を続けることとなる。中国が今後も社会的安定を背景に経済発展を続けるには、都市と農村との所得格差がこれ以上拡大しないような対策が必要であり、少なくとも所得格差の拡大速度が落ちるような対策、つまり農業所得増加のための迅速かつ適切な対策を講じる必要がある。農村の貧困を都市の経済発展で補うだけの対策では、将来必ず訪れるであろう経済発展の速度鈍化や停滞が起こった時に対応できない。

第2章で示したように、中国の野菜流通では国土の広大さが流通段階での品質劣化を招いている。沿岸と内陸との所得格差が地理的な要因によるものだと仮定すると、地理的な要因によって変化する流通条件を所得格差の原因のひとつとして疑うことができる。市場が全国的に均等に分布している時には、流通条件の地理的な差異は生まれない。しかしながら中国では大都市が沿岸部に偏在していることが一般的に知られており、流通条件が沿岸と内陸で異なっている。

地理的特性と市場の存在を考察する際の指標であるマーケット・ポテンシャルは、重力を経済力に置き換えたモデル式を応用することで、消費購買力から複数の地点間における経済潜在力を算出するのに用いられる(Morlok, 1978)。近年では交通システムの経路設計(Tom, 2003)

などに応用されている。

本章では中国の農村所得の増減に寄与すると考えられる要因を見つけることを目的としており、まず、野菜生産が農村の所得増加と相関性を持つことを明らかにし、都市部経済圏の存在が農村所得の増加に寄与していると仮定する。中国各地域の野菜生産に対して都市部経済圏の消費購買力が与える影響をマーケット・ポテンシャルで数値化し、マーケット・ポテンシャルと農村所得との相関性の分析を試みる。さらに、上海を中心とした約 1000 km の周上にある 3 省のマーケット・ポテンシャルを比較し、分析した上でマーケット・ポテンシャルを応用したロジスティック戦略（図 4-1）を提言する。

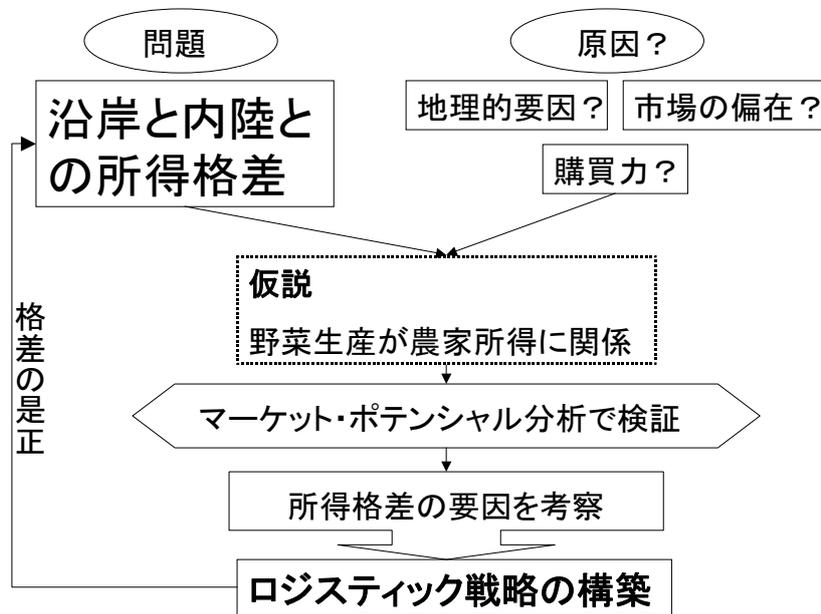


図 4-1 ロジスティック戦略の概念図

4-2 中国における所得格差

4-2-1 所得格差の背景

まず図 4-2 に示すように、各年の農村所得を 100 とした場合、農業所得の占める割合は増加しておらず、農村所得を支えているのは賃金所得を含む非農業所得であることがわかる。次に図 4-3 を見ると、中国において農作物の物価は 1996 年をピークに下降を続けており、農業所得を増やすには生産量を増加させるか、もしくは加工及び包装などによって付加価値をつける必要があることがわかる。その結果、農業のみによる収入しか得られない人々と、非農業収入を得られる人々との間の格差は拡大傾向にあると考えられる。

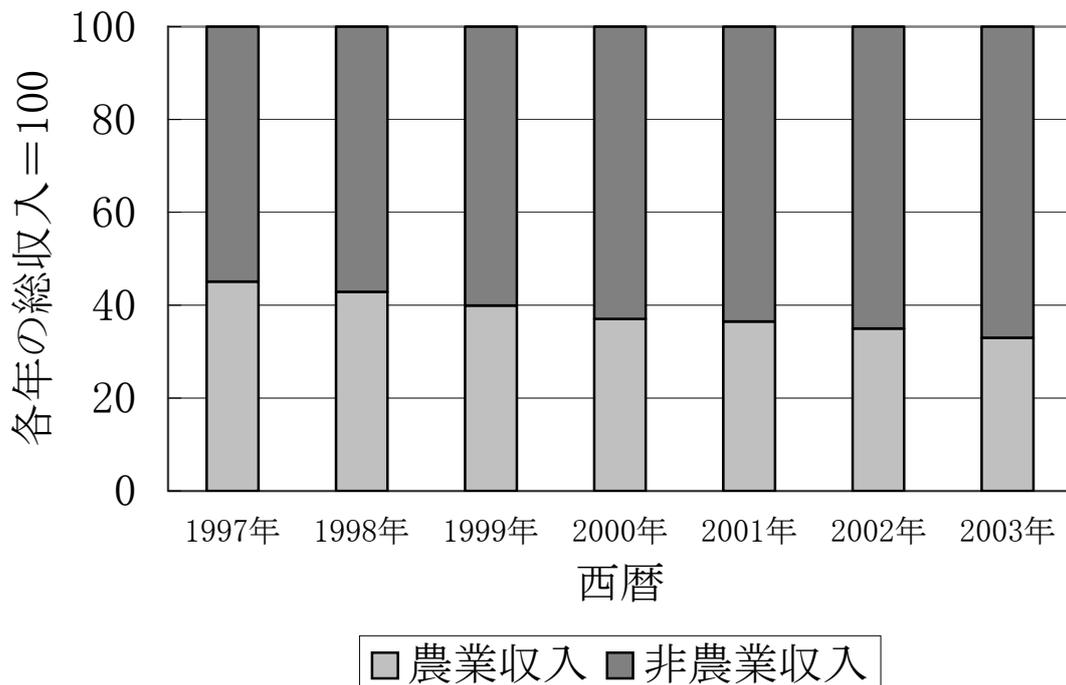


図 4-2 中国農村部における所得内訳（中国統計年鑑）

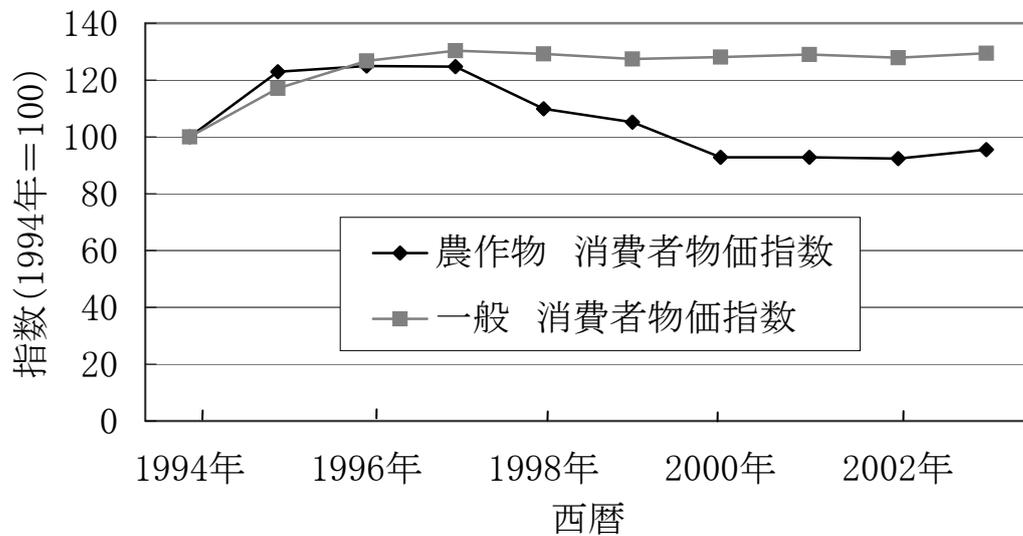


図 4-3 中国における消費者物価指数（中国統計年鑑）

4-2-2 都市と農村の所得格差

図 4-4 は都市と農村の所得を示したものである。両者は増加傾向にあるものの、その格差は拡大しており、1%有意差があることが示された。都市所得に対する農村所得の割合は 1999 年には 38%であったが、2003 年には 31%にまで減少した。

4-2-3 沿岸と内陸の所得格差

農村部の中でも沿岸と内陸では格差があることが、図 4-5 から見てとれる。内陸部の所得は沿岸部の 60~62%にとどまっており、その格差は 1%で有意であり、また拡大傾向にある。

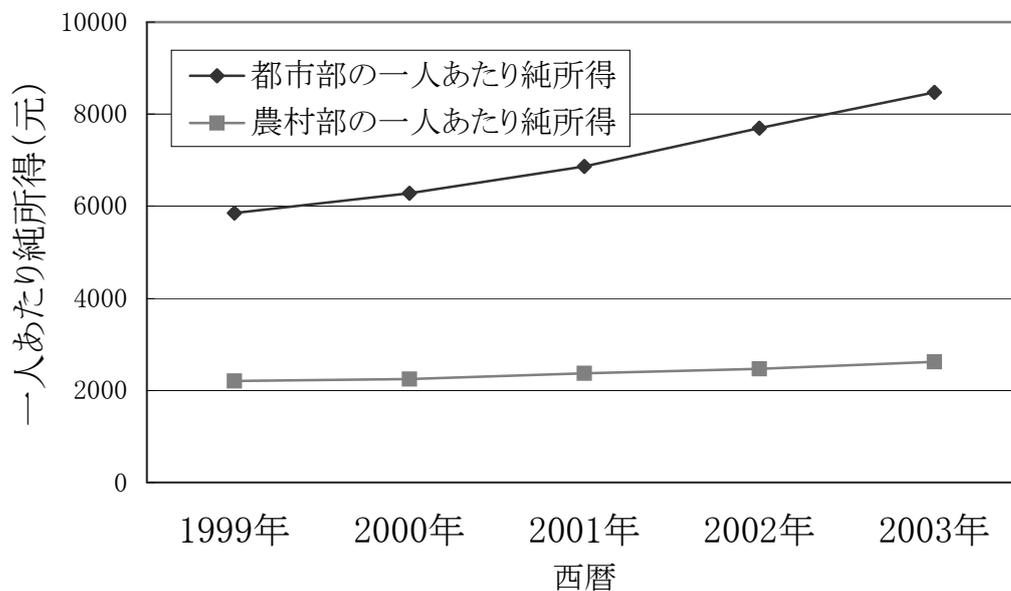


図 4-4 中国の農村部と都市部におけるそれぞれの純所得
(中国統計年鑑)

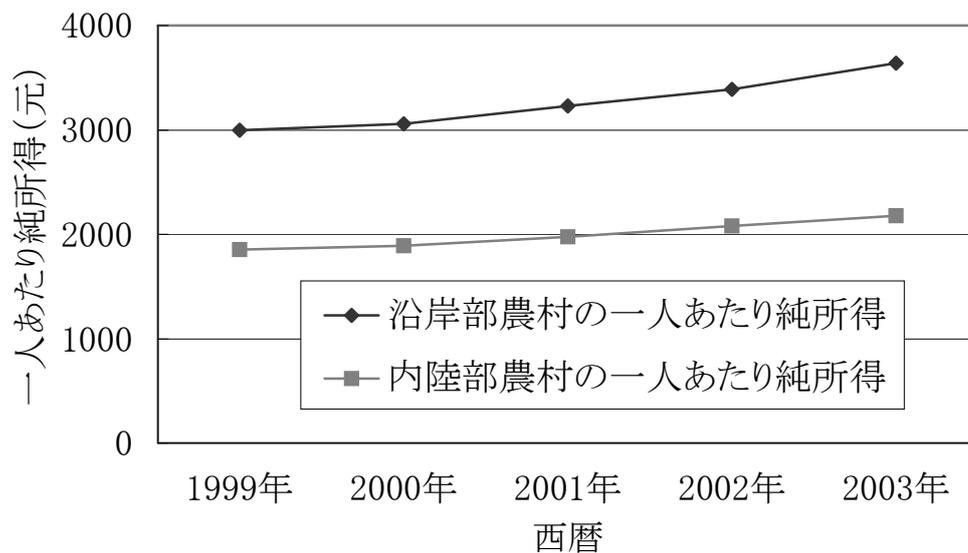


図 4-5 中国の農村部を沿岸と内陸に分けたときの純所得
(中国統計年鑑)

4-2-4 野菜生産と農村所得との相関関係

中国農村部における純所得と野菜作付面積割合を、1999-2003年の5年間にわたり31省・自治区・直轄市（以下、省）ごとに、計155点プロットして相関関係を表したものが図4-6である。純所得と野菜作付面積割合の相関係数は0.90と極めて高く、野菜を生産することと所得増加の間には一定の関係性があると考えることができる。

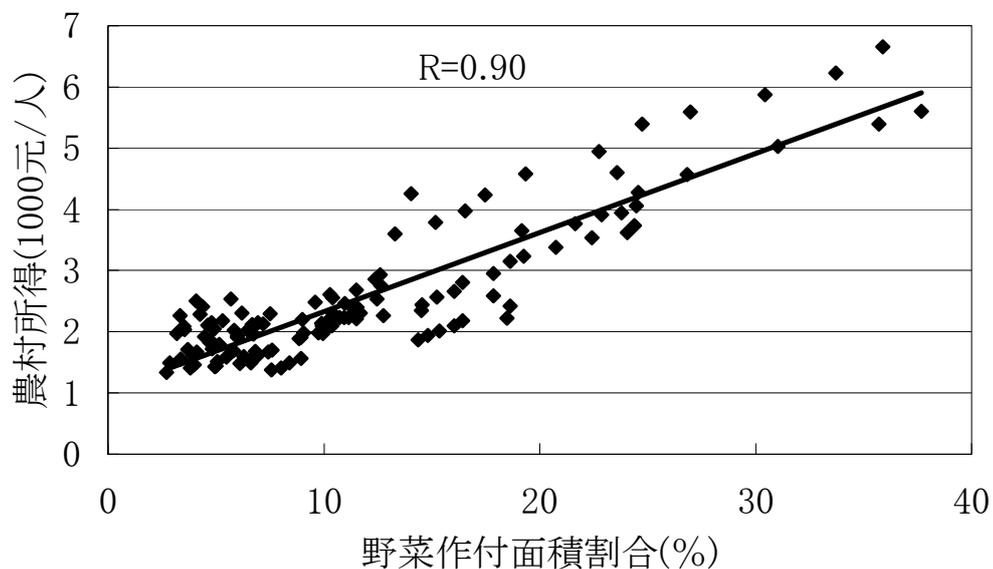


図 4-6 中国の農村部における純所得と野菜作付面積割合の相関関係（1999-2003年）（中国統計年鑑より作成）

4-2-5 農村所得格差に関する仮説

「4-2-1 所得格差の背景」から「4-2-3 沿岸と内陸の所得格差」にわたり、中国における所得格差について紹介した。都市と農村の間に所得格差があることから、所得格差には市場の存在が関係していることが疑われる。また、沿岸と内陸に所得格差があることから、市場への距離が関係していることが疑われる。これらから、市場と関連性の

強い農作物である野菜に注目したところ、「4-3-4 野菜生産と農村所得との相関関係」で、野菜作付面積と農村所得との極めて高い相関性が明らかになった。これらのことから、『中国の農村部における各省の所得格差は市場へのアクセシビリティの違いが原因である』との仮説を立てることができる

4-3 マーケット・ポテンシャル分析

4-3-1 はじめに

「4-2-5 農村所得格差に関する仮説」で立てた仮説『中国の農村部における各省の所得格差は市場へのアクセシビリティの違いが原因である』を検証するためには、アクセシビリティの数値化が必要である。そこで本研究では、市場への到達時間、そして購買力から算出される指標であるマーケット・ポテンシャルを用いて分析を行う。内陸と沿岸とに分けて、マーケット・ポテンシャルと農村所得との相関を分析する。

4-3-2 マーケット・ポテンシャル分析

4-3-2-1 データ

データは中国統計年鑑から抜粋したものをを用いた。具体的には、2002年の農村部における純所得、都市住民の総購買力および野菜購買力、都市住民人口（表 4-1）を用いた。また、経済的距離として各省都間のトラヴェリング・タイム（表 4-2）を中国物流実用参考地図集（Wang、2003）から抜粋して用いた。ただし、自省から自省への輸送する場合の輸送時間は全て1時間だと仮定した。また、本研究では、香港・マ

カオ・台湾を除いた 31 省（直轄市および自治区）を対象としており、農村と都市の区分は行政区分に拠るものとする。

4-3-2-2 マーケット・ポテンシャル算出式

マーケット・ポテンシャルの一般的な定義は、ある地点 s を基準とした場合、他の地点 t における消費購買力を $s-t$ 間の経済距離で除算したものを基本とし、全ての t に対して同様の計算を行った上でそれらを積算したものを s におけるマーケット・ポテンシャルとするものである。すなわち、 s における野菜のマーケット・ポテンシャル M_s を求める式は以下の通りである（Fujita ら、1999）。

$$M_s = \sum (P_t / D_{st}) \quad \dots (1)$$

D_{st} (km) : 生産地 s から消費地 t までの経済距離

P_t (元) : t における購買力

野菜の流通においては、地理的な直線距離は必ずしも現実を反映していないため、本研究では経済距離としての輸送時間であるトラベリング・タイム T_{st} を D_{st} に代替して用いる。また、 t における購買力 P_t を求める式は以下の通りである。

$$P_t = R_t \times E_t \quad \dots (2)$$

R_t : 総購買力に占める野菜購買力の割合

E_t (元) : 一人あたり購買力を人口に乗じて算出した経済規模

表 4-1 中国各省のマーケット・ポテンシャル(中国統計年鑑 2003)

都市	年間支出 (元)	年間の野菜 支出(元)	全消費額 中の野菜 消費率 R	経済規模 E	購買力 RE = P	マーケット・ポ テンシャル $\Sigma P/T = M$
Beijing	10285	249	0.024	14118510	341809	8861
Tianjin	7192	210	0.029	6103843	178227	10198
Hebei	5069	207	0.041	9443862	385654	9317
Liaoning	5343	213	0.040	13108834	522587	5482
Shanghai	10464	339	0.032	18200610	589641	9037
Jiangsu	6043	224	0.037	18735387	694477	10165
Zhejiang	8713	319	0.037	12465570	456389	10568
Fujian	6632	246	0.037	7561783	280488	6400
Shandong	5596	159	0.028	16674300	473769	9859
Guangdong	8988	277	0.031	21487721	662227	5410
Guangxi	5413	197	0.036	5878194	213930	5598
Hainan	5460	227	0.042	2119259	88108	4962
Shanxi	4711	171	0.036	6310429	229056	9706
Inner ongolia	4860	139	0.029	6398352	182998	6661
Jilin	4974	198	0.040	8189124	325984	6137
Heilongjiang	4462	156	0.035	12176577	425716	4759
Anhui	6632	183	0.028	7716128	212915	12373
Jiangxi	4549	235	0.052	6563668	339077	9131
Henan	4505	169	0.038	11109613	416765	9700
Hubei	5609	226	0.040	14479301	583406	9412
Hunan	5575	210	0.038	8906657	335497	8095
Chongqing	6360	240	0.038	5086912	191959	6407
Sichuan	5413	212	0.039	12356473	483941	5096
Guizhou	4598	195	0.042	3930645	166698	5754
Yunnan	5828	249	0.043	6484377	277044	4251
Tibet	6952	313	0.045	404603	18216	2084
Shaanxi	5378	166	0.031	6063529	187160	7849
Gansu	5064	204	0.040	3562909	143530	5596
Qinghai	5042	170	0.034	1209523	40781	5235
Ningxia	5105	191	0.037	1096014	41007	6305
Xinjiang	5636	166	0.029	7132138	210067	1887

表 4-2 中国各省都間トラヴェリング・タイム
(中国实用参考地図冊)

	Beijing	Tianjin	Hebei	Liaoning	Shanghai	Jiangsu	Zhejiang	Fujian	Shandong
Beijing	1.0	2.0	4.9	11.6	23.2	18.3	23.8	54.6	6.9
Tianjin	2.0	1.0	5.2	11.0	22.3	17.4	22.8	53.2	6.0
Hebei	4.9	5.2	1.0	16.1	21.5	16.6	22.0	50.1	5.2
Liaoning	11.6	11.0	16.1	1.0	33.3	28.3	33.8	69.6	16.9
Shanghai	23.2	22.3	21.5	33.3	1.0	4.9	3.2	26.8	16.3
Jiangsu	18.3	17.4	16.6	28.3	4.9	1.0	6.5	27.1	11.4
Zhejiang	23.8	22.8	22.0	33.8	3.2	6.5	1.0	22.0	20.2
Fujian	54.6	53.2	50.1	69.6	26.8	27.1	22.0	1.0	44.2
Shandong	6.9	6.0	5.2	16.9	16.3	11.4	20.2	44.2	1.0
Guangdong	60.9	59.5	53.6	75.9	40.3	38.6	35.6	20.3	50.5
Guangxi	65.5	65.0	58.2	81.4	53.3	49.6	48.5	43.9	55.9
Hainan	71.7	71.2	64.3	87.6	56.2	54.4	51.9	41.1	62.0
Shanxi	8.7	8.9	3.8	19.9	24.2	29.0	37.1	50.7	13.4
Inner Mongolia	10.8	13.2	15.3	25.8	48.4	41.0	49.1	68.1	23.9
Jilin	17.0	16.3	21.5	5.3	38.6	33.7	46.9	77.6	33.4
Heilongjiang	20.9	20.3	25.4	9.3	42.5	37.6	51.7	83.5	39.3
Anhui	18.1	17.2	16.4	28.1	7.0	2.7	8.6	26.3	16.8
Jiangxi	26.2	25.3	22.8	36.3	20.4	10.8	12.5	16.0	29.0
Henan	12.1	11.7	7.2	22.7	16.7	11.7	25.8	39.4	10.4
Hubei	25.5	25.1	19.6	38.2	15.4	16.0	20.5	25.6	22.2
Hunan	33.1	32.7	27.2	45.8	24.6	25.5	26.0	26.6	31.7
Chongqing	52.4	51.7	44.9	66.4	53.9	46.7	51.3	51.7	47.7
Sichuan	52.4	51.9	45.1	68.4	60.4	53.2	57.8	62.9	48.0
Guizhou	61.5	61.0	54.1	77.4	54.3	48.7	49.5	50.1	56.8
Yunnan	77.7	77.2	70.4	93.7	70.5	65.0	65.8	64.4	73.1
Tibet	98.7	99.0	91.3	115.5	107.0	100.5	107.3	117.1	96.7
Shaanxi	19.6	19.3	14.7	30.3	35.3	28.8	35.5	48.3	24.2
Gansu	44.4	44.8	37.1	61.2	52.8	46.3	53.0	65.8	42.5
Qinghai	50.2	50.5	42.8	67.0	58.5	52.0	58.8	71.5	48.2
Ningxia	31.9	32.3	24.6	48.7	51.3	44.8	51.5	64.3	32.3
Xinjiang	93.9	94.3	86.6	110.7	102.3	95.8	102.5	115.3	92.0

	Guang Dong	Guang xi	Hainan	Shan xi	InnerMo ngolia	Jilin	Heilong jiang	Anhui	Jiang xi	Henan	Hubei
Beijing	60.9	65.5	71.7	8.7	10.8	17.0	20.9	18.1	26.2	12.1	25.5
Tianjin	59.5	65.0	71.2	8.9	13.2	16.3	20.3	17.2	25.3	11.7	25.1
Hebei	53.6	58.2	64.3	3.8	15.3	21.5	25.4	16.4	22.8	7.2	19.6
Liaoning	75.9	81.4	87.6	19.9	25.8	5.3	9.3	28.1	36.3	22.7	38.2
Shanghai	40.3	53.3	56.2	24.2	48.4	38.6	42.5	7.0	20.4	16.7	15.4
Jiangsu	38.6	49.6	54.4	29.0	41.0	33.7	37.6	2.7	10.8	11.7	16.0
Zhejiang	35.6	48.5	51.9	37.1	49.1	46.9	51.7	8.6	12.5	25.8	20.5
Fujian	20.3	43.9	41.1	50.7	68.1	77.6	83.5	26.3	16.0	39.4	25.6
Shandong	50.5	55.9	62.0	13.4	23.9	33.4	39.3	16.8	29.0	10.4	22.2
Guangdong	1.0	14.8	10.8	54.2	67.6	83.9	89.8	34.5	21.5	42.8	29.1
Guangxi	14.8	1.0	8.4	58.8	72.2	89.4	95.4	45.6	34.1	47.4	35.0
Hainan	10.8	8.4	1.0	64.9	78.4	95.6	101.5	57.2	37.5	54.8	40.1
Shanxi	54.2	58.8	64.9	1.0	13.5	37.9	43.8	27.3	34.7	11.4	25.1
Inner Mongolia	67.6	72.2	78.4	13.5	1.0	39.0	44.9	40.6	48.2	24.8	38.6
Jilin	83.9	89.4	95.6	37.9	39.0	1.0	4.0	33.4	41.6	28.0	44.6
Heilongjiang	89.8	95.4	101.5	43.8	44.9	4.0	1.0	37.4	45.5	32.0	49.4
Anhui	34.5	45.6	57.2	27.3	40.6	33.4	37.4	1.0	8.2	10.6	8.0
Jjiangxi	21.5	34.1	37.5	34.7	48.2	41.6	45.5	8.2	1.0	18.7	6.4
Henan	42.8	47.4	54.8	11.4	24.8	28.0	32.0	10.6	18.7	1.0	11.0
Hubei	29.1	35.0	40.1	25.1	38.6	44.6	49.4	8.0	6.4	11.0	1.0
Hunan	15.7	24.2	30.3	34.6	48.1	52.2	57.0	14.3	7.6	18.6	6.3
Chongqing	46.8	29.0	41.5	39.6	50.9	76.1	82.1	43.5	40.4	36.6	30.8
Sichuan	55.0	37.3	49.8	39.9	51.1	76.4	82.3	50.0	48.0	36.9	37.3
Guizhou	34.0	13.0	28.8	51.9	63.1	85.4	91.3	45.0	32.5	43.4	34.5
Yunnan	38.3	20.5	33.0	68.1	79.4	101.7	107.6	61.8	49.3	59.6	51.1
Tibet	96.3	78.5	91.0	85.6	84.6	123.5	129.4	96.5	102.3	85.6	91.5
Shaanxi	50.8	51.8	57.8	16.9	28.1	35.6	39.5	16.5	32.3	9.2	21.4
Gansu	68.0	61.0	76.6	31.4	30.3	69.2	75.2	42.3	49.8	31.4	39.0
Qinghai	73.8	66.8	82.4	37.1	36.1	75.0	80.9	48.0	55.5	37.1	44.8
Ningxia	66.8	67.8	73.8	18.9	17.8	56.7	62.7	40.8	48.3	29.9	37.4
Xinjiang	117.5	110.5	126.1	80.9	79.8	118.7	124.7	91.8	99.3	80.9	88.5

	Hunan	Chongqing	Sichuan	Guizhou	Yunnan	Tibet	Shaanxi	Gansu	Qinghai	Ningxia	Xinjiang
Beijing	33.1	52.4	52.4	61.5	77.7	98.7	19.6	44.4	50.2	31.9	93.9
Tianjin	32.7	51.7	51.9	61.0	77.2	99.0	19.3	44.8	50.5	32.3	94.3
Hebei	27.2	44.9	45.1	54.1	70.4	91.3	14.7	37.1	42.8	24.6	86.6
Liaoning	45.8	66.4	68.4	77.4	93.7	115.5	30.3	61.2	67.0	48.7	110.7
Shanghai	24.6	53.9	60.4	54.3	70.5	107.0	35.3	52.8	58.5	51.3	102.3
Jiangsu	25.5	46.7	53.2	48.7	65.0	100.5	28.8	46.3	52.0	44.8	95.8
Zhejiang	26.0	51.3	57.8	49.5	65.8	107.3	35.5	53.0	58.8	51.5	102.5
Fujian	26.6	51.7	62.9	50.1	64.4	117.1	48.3	65.8	71.5	64.3	115.3
Shandong	31.7	47.7	48.0	56.8	73.1	96.7	24.2	42.5	48.2	32.3	92.0
Guangdong	15.7	46.8	55.0	34.0	38.3	96.3	50.8	68.0	73.8	66.8	117.5
Guangxi	24.2	29.0	37.3	13.0	20.5	78.5	51.8	61.0	66.8	67.8	110.5
Hainan	30.3	41.5	49.8	28.8	33.0	91.0	57.8	76.6	82.4	73.8	126.1
Shanxi	34.6	39.6	39.9	51.9	68.1	85.6	16.9	31.4	37.1	18.9	80.9
Inner Mongolia	48.1	50.9	51.1	63.1	79.4	84.6	28.1	30.3	36.1	17.8	79.8
Jilin	52.2	76.1	76.4	85.4	101.7	123.5	35.6	69.2	75.0	56.7	118.7
Heilongjiang	57.0	82.1	82.3	91.3	107.6	129.4	39.5	75.2	80.9	62.7	124.7
Anhui	14.3	43.5	50.0	45.0	61.8	96.5	16.5	42.3	48.0	40.8	91.8
Jiangxi	7.6	40.4	48.0	32.5	49.3	102.3	32.3	49.8	55.5	48.3	99.3
Henan	18.6	36.6	36.9	43.4	59.6	85.6	9.2	31.4	37.1	29.9	80.9
Hubei	6.3	30.8	37.3	34.5	51.1	91.5	21.4	39.0	44.8	37.4	88.5
Hunan	1.0	33.8	42.5	25.1	41.4	96.8	28.4	47.3	53.0	44.4	96.8
Chongqing	33.8	1.0	5.7	9.8	27.3	63.8	22.8	32.0	37.5	38.8	81.5
Sichuan	42.5	5.7	1.0	13.8	24.8	54.3	23.0	24.8	32.8	37.3	74.3
Guixhou	25.1	9.8	13.8	1.0	13.0	74.3	35.5	44.8	50.5	51.5	94.3
Yunnan	41.4	27.3	24.8	13.0	1.0	57.8	47.8	49.5	55.3	62.0	99.0
Tibet	96.8	63.8	54.3	74.3	57.8	1.0	71.8	54.3	48.5	66.8	78.9
Shaanxi	28.4	22.8	23.0	35.5	47.8	71.8	1.0	17.5	23.3	16.0	67.0
Gansu	47.3	32.0	24.8	44.8	49.5	54.3	17.5	1.0	5.8	12.5	49.5
Qinghai	53.0	37.5	32.8	50.5	55.3	48.5	23.3	5.8	1.0	18.3	44.8
Ningxia	44.4	38.8	37.3	51.5	62.0	66.8	16.0	12.5	18.3	1.0	62.0
Xinjiang	96.8	81.5	74.3	94.3	99.0	78.9	67.0	49.5	44.8	62.0	1.0

4-3-3 結果

2002年の農村所得とマーケット・ポテンシャルとの相関関係を図4-7に示す。沿岸と内陸で明らかな差異があることがわかった。沿岸の回帰直線は内陸のそれよりも傾きが大きく、また同じマーケット・ポテンシャルの場合は沿岸の方が所得が多いことがわかった。マーケット・ポテンシャルと所得との相関性は、沿岸においては5%の有意性で、内陸においては1%の有意性で、相関関係があることが示された。また、内陸から江蘇省を除いた場合には1%の有意性で相関関係があることが示された。

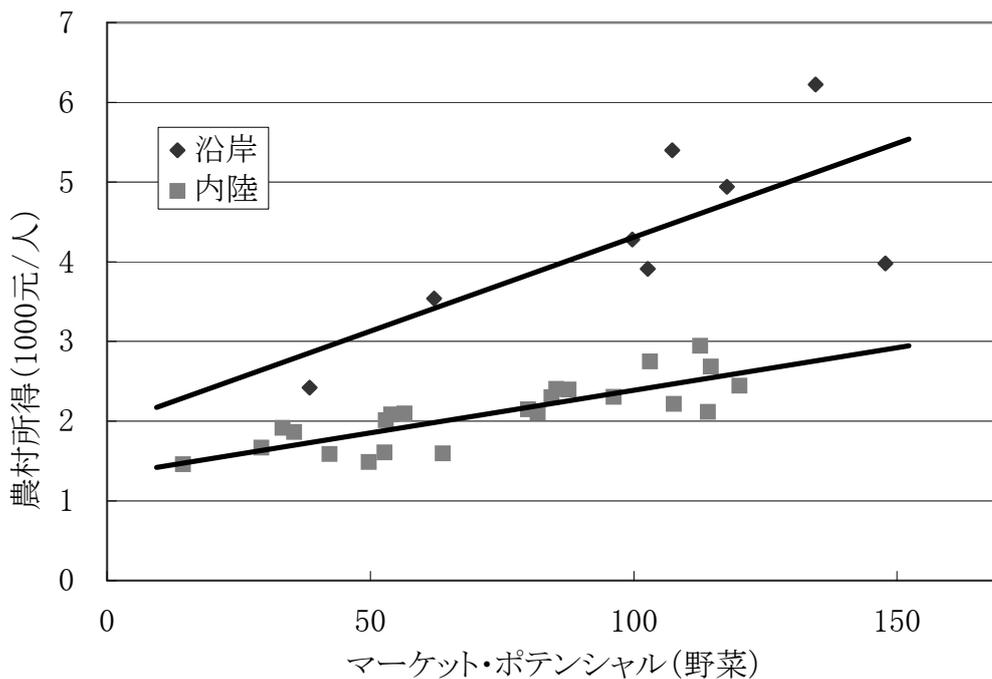


図 4-7 中国における農村所得と野菜のマーケット・ポテンシャルとの相関関係 (2002年)

回帰直線の傾きを示す係数は、内陸と沿岸でそれぞれ 23.6 と 10.7

で、その格差は 2.2 倍である。また江蘇省を除いた場合には内陸の係数は 35.3 にまで上昇する。

4-3-4 考察

野菜のマーケット・ポテンシャルと農村所得との間に明らかな相関関係があることが示された。トラヴェリング・タイムを減少させることによって、または都市購買力を増加させることによって、もしくはそれら両方によって、マーケット・ポテンシャルを増加させることが可能であり、結果的に農村所得の増加につながるが統計的に示された。また、現状のままでは沿岸と内陸の格差が拡大を続けることが予測され、格差を低減させるためには、内陸のみのマーケット・ポテンシャルを増加させるような対策が必要であることが統計的に示された。

これら統計分析の結果を中国における実態と重ねて考えてみると、以下のように考察できる。中国政府は現在、「五縦七横」および「八縦八横」と名付けられた政策で、それぞれ高速道路と鉄道を縦横に建設する計画を進めているが、この計画が完成することによりマーケット・ポテンシャルは理論上、一部の地域だけではなく全国的に平均して増加することとなり、内陸と沿岸の格差を拡大することにつながる。また、内陸の各省が自省のマーケット・ポテンシャルを独自に増加させるためには、沿岸へのアクセシビリティを改善する方法のほかに、自省および隣接各省との交易を活発化させる方法がある。マーケット・ポテンシャル分析から導かれる結果からは、元来からトラヴェリング・タイムが小さい地域との交易を活発化させることは、遠方の大都市との交易を活発化させること以上の効果があると考えられる。た

だし、これは中国西部地区などの地域主義を活発化させることにつながりかねず、特に独立運動が懸念される内陸地域において隣接地域との交易を活発化させる政策を中国政府がとるかどうかは疑問である。

4-4 ロジスティック戦略分析

4-4-1 はじめに

マーケット・ポテンシャル分析の結果をもとに、上海市を中心とした約 1000 km の周上に省都が位置する 3 地域について、より詳細に分析することにより、これら 3 省の将来予測を行い、ロジスティック戦略の提言を行う。上海は中国各地域の中で都市部経済規模 P が最大であり、分析の軸とする都市に適していると考えられることから、上海を中心として道のりが同程度の都市を省都にもつ省のうち、北、西、南に位置する 3 地域の比較を行う。

4-4-2 分析に用いるデータ

上海市を中心とした、道のり約 1000 km の周上に省都が位置する 3 地域は、図 4-8 に示した山東省、湖北省、福建省である。これら 3 省のマーケット・ポテンシャル、農村所得、野菜作付面積割合は表 4-3 のとおりである。

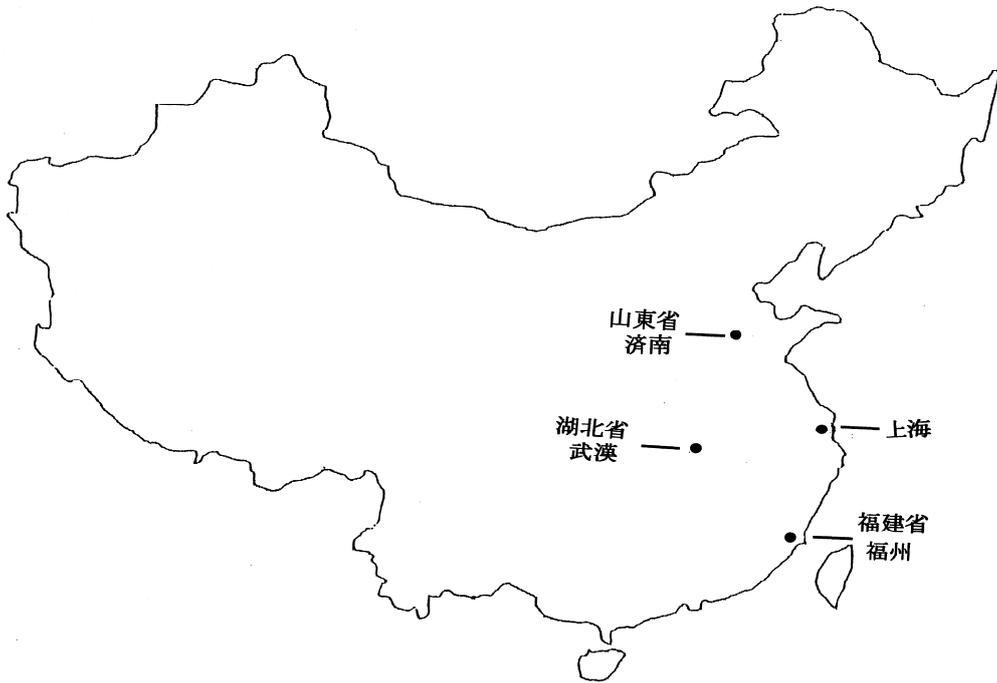


図 4-8 研究対象都市および省

(中国地図冊、2003)

表 4-3 山東・湖北・福建のマーケット・ポテンシャル 農村所得 野菜作付面積割合 賃金所得割合 (2002 年) (中国統計年鑑)

	山東省	湖北省	福建省
マーケット・ポテンシャル	112.6	120.0	62.1
農村所得 (元/人)	2948	2444	3528
野菜作付面積割合 (%)	18	15	22
賃金所得割合 (%)	36	27	35

山東省の省都である済南、湖北省の武漢、福建省の福州から上海市までの道のりはそれぞれ 980 km、925 km、1071 km であり、このうち

福州と上海の間には高速道路が敷設されていないが、済南と上海、武漢と上海の間には高速道路が敷設されている。

4-4-3 分析

これら 3 省の中で農村所得が最大なのは福建省で一人当たり 3230 元だが、マーケット・ポテンシャルは最小の 62.1 である。これは「4-3 マーケット・ポテンシャル分析」の結果と反する。

3 省の農村所得と野菜作付面積割合の相関性は、「4-2-5」で立てた仮説を支持しており、ともに湖北省、山東省、福建省の順に大きくなっている。しかし、福建省のマーケット・ポテンシャル値は他の 2 省の約 70%に満たない。福建省のマーケット・ポテンシャル値を下げる要因には、他の省と福建省を結ぶ高速道路が 1 本も無いことがあげられる。福建省はアモイとの間に高速道路があるのみだが、山東省は隣接する全ての省と高速道路で結ばれており、湖北省は上海と結ぶ高速道路がある他に隣接する安徽省の省都である合肥と結ぶ高速道路があり、北京へと繋がる高速道路にもアクセスできる。

ロジスティック戦略の提言のためには、他の省に繋がる高速道路が無くマーケット・ポテンシャル値が小さい福建省の農村所得が大きい原因を考察する必要がある。国外との貿易を考慮することによって、福建省のマーケット・ポテンシャル値を実際のマーケット・ポテンシャルに近づけることで福建省のマーケット・ポテンシャル値が増大することも考えられるが、同じように外洋に面した山東省でもマーケット・ポテンシャル値が増大すると考えられることから、これら 3 省の比較においては主要な原因ではない。

また、福建省の賃金所得割合は山東省とほぼ同程度であり、賃金所得割合に差は無い。福建省の農村所得の内訳を見ると、他の2省と比較して多いのは転移性所得に分類される所得であり（表4-4）、純収入の約8%を占めている。転移性所得とは、いわゆる仕送りのことであり、主に出稼ぎとして外地で働いて得た賃金のことである。転移性所得と賃金所得を合わせた所得の割合は山東省が約40%、湖北省が約30%、福建省が約43%となる。福建省と山東省との割合の差は3ポイントだが、金額にするとそれぞれ、1533元、1173元となり、福建省の賃金所得と転移性所得の合計は山東省の1.3倍となる。

他に福建省の農村に特徴的なのは、工業製品や原料、そして建築物の1戸当たり固定資産の額が多いことである（表4-4）。福建省は他の2省と比較して、賃金収入に限らず、農業以外の収入が多いことを示唆している。

これらのことより、マーケット・ポテンシャル値の小さい福建省の農村は農業以外の収入によって所得を得ている傾向が他の省よりも強く、マーケット・ポテンシャルが小さいことが、農村所得増大の妨げになっていないと考えられる。

表 4-4 山東・湖北・福建省のマーケット・ポテンシャルと農村における転移性所得 工業固定資産 建築業固定資産（2002年）

（中国統計年鑑）

	山東省	湖北省	福建省
マーケット・ポテンシャル	112.6	120.0	62.1
農村の転移性所得（元/人）	116	73	287
農村の工業固定資産（元/戸）	434	195	1050
農村の建築業固定資産（元/戸）	30	5	220

4-5 ロジスティック戦略への提言

福建省のマーケット・ポテンシャル値が小さいのは、高速道路が敷設されていないことが要因の1つだと考えられる。既に、似た地理環境にある他の地域よりも農村所得は大きい、高速道路の整備によってマーケット・ポテンシャル値を増大させることで、農村所得がさらに増大する可能性が高い。

マーケット・ポテンシャルを用いた統計分析により、現状のままでは所得格差の拡大傾向が続くことが予測された。中国政府が沿岸と内陸の格差を低減させるためには、内陸のマーケット・ポテンシャルを優先的に増加させることが必要となるが、現状の国内交通網建設計画のままでは、沿岸と内陸の格差を拡大させることになると考えられる。また、マーケット・ポテンシャルの増加のための対策として、トラヴェリング・タイムを短縮すること以外に、隣接している省および自省の購買力を促進することが考えられる。しかしながら、中国の大都市

が隣接している省との貿易を促進することは地域主義を強化する可能性があり、中国が持続的な発展に対して不安定な要因となりかねない。

将来にわたって中国が安定的に成長を続けるためには、上述のような要因を考慮した上で、所得の低い地域のマーケット・ポテンシャルが優先的に増加するような道路建設計画が求められる。

第5章 結論

将来、中国の農業がどのように発展していくのか、もしくは発展しないのか、それは広大な国土と多様な環境を戦略的に活用できるかどうかにかかっている。本研究では、本論文では、第2章で中国の野菜流通における問題点と特徴を明らかにした。流通マージンが低いことから保鮮技術への投資意欲が増進されないこと、流通段階での品質劣化が大きいこと、取引形態などが原因で流通には長時間かかっていることなど、流通に関する問題点をあげた上で、地元で生産したものを地元で消費する地産地消の考え方が必要であるとした。第2章で紹介した内容を踏まえて、第3章では野菜流通における鮮度保持技術の解析評価を行い、外装に段ボールを用いた包装が新発地市場において高い保温効果を持っていることを明らかにした。さらに、外装にプラスチックフィルムを用いた場合と無包装の場合の解析から、現状で最適と考えられる市場流通時の包装技術を提示した。すなわち、段ボール包装を基本包装資材として利用し、大気温度が包装内部の温度を下回った時点で段ボール上部を開放してプラスチックフィルムで覆い、大気温度が上昇を始めた時点で段ボール上部を閉じるという対策である。ただし、大気温度が青果物の冷害を起こすほど低温の時はこの限りではない。その危険のある時は大気温度が上昇を始めていなくても、適正な温度で段ボール上部を閉め、筵や蒲団で覆う対策が必要である。また、生産地から卸売市場まで輸送される青果物の温度プロフィールを24時間にわたり計測した結果、不適切なハンドリングによって不用意な温度変化がもたらされていること、および、外部からの進入熱が青果物の温度上昇を招いていることを明らかにした。

第4章においては、マーケット・ポテンシャルを用いた統計分析により、現状のままでは所得格差の拡大傾向が続くと予測した。中国政府が沿岸と内陸の格差を低減させるためには、内陸のマーケット・ポテンシャルを優先的に増加させることが必要となるが、現状の国内交通網建設計画のままでは、沿岸と内陸の格差は継続して拡大すると考えられた。また、マーケット・ポテンシャルの増加のための対策として、トラヴェリング・タイムを短縮すること以外に、隣接している省および自省の購買力を促進することが考えられるが、中国の大都市が隣接している省との貿易を促進することは地域主義を強化する可能性があり、中国が持続的な発展に対して不安定な要因となりかねない。将来にわたって中国が安定的に成長を続けるためには、上述のような要因を考慮した上で、所得の低い地域のマーケット・ポテンシャルが優先的に増加するような道路建設計画が求められる。

参考文献

Cavusgil, T. S. (1997): Measuring the potential of emerging markets :an indexing approach, *Business Horizons*, 40(1), 87-91.

茶珍和雄(2000):低温がすべて良いとは限らない!, *フレッシュフードシステム*, 29(2), 49-54.

茶珍和夫・緒方邦安(1977):呼吸代謝, *青果保存汎論*(緒方邦安編), 建帛社, pp. 34-56.

Chen, Z. (1996):商品流通体系変革論, 浙江人民出版社, pp. 150-157.

陳永福(2001):野菜貿易の拡大と食糧供給力ー中国・日本の比較研究ー, *農林統計協会*, pp. 27 - 32.

土井正幸・坂下昇(2002):交通経済学, 東洋経済新報社, pp. 10-11.

Fonseca, S. C., Oliveira, A. R. and Brecht, J. K (2001): Modeling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review, *Journal of Food Engineering*, 52, 99-119.

Fujita, M., Krugman, P. and Venables, A. J. (1999): The Spatial Economy, The MIT Press, pp. 27-28.

Ge, Z. (2001): WTO 與中国当代農民, 江蘇人民出版社, pp. 127-129.

Han, J. (1999a): 糧食流通体制變革, 中国人民大学出版社, pp. 161-167.

Han, J. (1999b): 糧食流通体制變革, 中国人民大学出版社, pp. 124-126.

Hardeburg, R. E., A. E. Watada and C. Y. Wang (1986): The commercial storage of fruits vegetables and florist and nursery stocks, USDA Agriculture Handbook, 66, 11-12.

Hu, W., Uchino, T., Nakamura, T., Furuse, N., Hamanaka, D., Sorour, H., Hori, Y. and Tanaka, S. (2002): Respiration and quality of fresh-cut cabbages in modified atmosphere packaging, Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University, 47(1), 149-158.

Jessop, A. (1990): Decision and forecasting models with transport applications, Ellis Horwood Limited, pp. 265-269.

川越義則・瀬尾泰久・大下誠一(2005):青果物の呼吸速度計測法に関する研究, 農業機械学会誌, 67(3), 80-89.

Li, T. (2001):提高農民收入方法探索, 中国農業出版社, pp.1-8.

Liu, D. (2001):農業産業化與農産品流通, 中国審計出版社, pp.170-172.

Liu, M. (1992):中国農村過剰労働力転化的戰略與対策, 中原農民出版社, pp.156-160.

Miyasaka, M. (1995):The Thünen structure of agriculture in Japan basing on gravity model, Moriyama Shoten, pp.11-14.

宮崎丈史(2000a):最適貯蔵湿度条件は貯蔵物の種類で異なる, フレッシュフードシステム, 29(2), 15-18.

宮崎丈史(2000b):貯蔵物の目減りを抑える!, フレッシュフードシステム, 29(2), 10-14.

Morlok, K. E. (1978):Introduction to transportation engineering and planning, McGraw-Hill Book Company, pp.431-436.

永江弘康(2001):中国の野菜生産流通, 日本施設園芸協会, pp.190-191.

Nei, D., Uchino, T., Sakai, N. and Tanaka, S. (2005): The effect of temperature on the quality of tomato and eggplant fruits during distribution, Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University, 50(1), 213-221.

農業部農村経済研究中心(2000):中国農村研究報告, 中国財政経済出版社, p.398.

大久保増太郎(1998):鮮度保持の最適温湿度条件, 新版・予冷設備のてびき(森嶋博編), 全国農業共同組合連合会, pp.57-67.

王志剛(2001):中国青果物卸売市場の構造再編, 九州大学出版会, p.72.

Ravallion, M. (1986):Testing Market Integration, American Journal of Agricultural Economics, 68(1), 102-109.

相良泰行(1996):温湿度管理技術, 殺菌・除菌実用便覧(横山理雄・田中芳一編), サイエンスフォーラム, pp.317-329.

椎名武夫(1994):カットキャベツの品質保持と低温管理, 日本科学食品工業学会誌, 41(2), 94-101.

Stewart, J.Q. (1947): Empirical mathematical rules concerning the distribution and equilibrium population, *Geographical Review*, 37, 461-485.

Tom, M. V. (2003): Transit route network design using frequency coded genetic algorithm, *Journal of Transportation Engineering*, 129, 186-195.

Uchino, T., Nei, D., Hu, W., Sorour, H. (2004): Development of a mathematical model for dependence of respiration rate of fresh produce on temperature and time, *Postharvest Biology and Technology*, 34, 285-293.

Wu, L. (2000): 農産品市場一体化研究, 中国農業出版社, pp.51-53.

Yasunaga, E., Uchino, T., Hu, W., Hussain, S. and Hamanaka, D. (2002):: The relationship between Temperature and Respiration Rate of Green Asparagus, *ASAE*, 60, 62-66.

Zhang, J. (1997): 商品流通經濟概論, 團結出版社, pp.335-346.

Zhang, Z. (2001): 農業国的城市化, 北京出版社, pp. 126-128.

Zhu, Z. (1998): 中国糧食安全問題－実証研究與政策選択－, 湖北科学技术出版社, pp. 139-159.

参考資料

国家統計局(1995～2004): 中国統計年鑑, 中国統計出版社.

中華人民共和國農業部(1998～2004): 中国農業統計資料, 中国農業出版社.

北京天域北斗圖書有限公司(2003): 中国物流实用参考地圖冊, 人民交通出版社

中国地圖出版社(2003): 中国地圖冊, 中国地圖出版社.

中国地圖出版社(2002): 新編实用中国地圖冊, 中国地圖出版社.

謝辞

本研究の活動において、筑波大学生命環境科学研究科教授前川孝昭先生には、懇切丁寧な御指導を賜りました。同教授氷鉋揚四郎先生、同教授佐竹隆顕先生、同教授山口智治先生、ならびに同教授杉浦則夫先生、前筑波大学農林学系助教授石敏俊先生には、論文作成において貴重な御助言を頂きました。東京大学大学院農学生命科学研究科教授相良泰行先生には論文作成において欠かすことの出来ない御助言を数多く頂きました。東京大学大学院農学生命科学研究科助手荒木徹也先生および古山龍哉君をはじめとする東京大学大学院農学生命科学研究科国際情報農学研究室のメンバーには、論文作成において貴重な御助言と御助力を頂きました。また、食品総合研究所の石川豊博士には、研究期間を通じて貴重な御助言や暖かい激励を頂きました。同じく食品総合研究所の椎名武夫博士からは研究活動に関する貴重な御助言を頂きました。北京大学環境学院教授宋豫秦先生には中国での現地調査遂行において大いなる御助力を頂きました。前中国農業大学副校長李里特先生には中国での研究活動において貴重な御助言を数多く頂きました。筑波大学生命環境科学研究科生命産業科学専攻生物資源プロセス工学研究室のメンバーには、常に励ましの言葉を頂きました。そして、研究遂行および論文作成において、赤松誠子氏および赤沢うた氏に御協力を頂きました。友人である上野啓介君、宮島貴之君には研究活動を継続する上で激励の言葉を頂きました。

本論文は、以上各位の御指導、御助言、御協力が無ければ完成することができませんでした。ここに記し、各位に心から謝意を表します。