

# 地球温暖化が野菜生産地の季節性に与える影響

大谷 万里絵

## Impact of global warming on seasonal change of vegetable production areas

Marie OOTANI

### Abstract:

This study, aims to clarify the impact that the climatic variation exerts disadvantage on the stable supply of the market. A seasonal and spatial pattern of the cabbage production was clarified by analyzing the market data. Moreover, it was shown that the seasonal-spatial shifting pattern of the cabbage production areas based on metrological elements were described possibly from analyzing the changing metrological element at the main production area for cabbage cultivation. From the above, it was estimated that areas shift their cultivation period from the current cultivation by the suitable temperature condition according to global warming.

**Keywords:** 影響評価(impact assessment), キャベツ栽培(cabbage cultivation), 市場入荷量構成割合(market arrival composition), 地球温暖化(global warming), 栽培地・栽培期変動(changes in cultivation areas and periods)

### 1. はじめに

近年の地球温暖化は、全国の野菜の生育・収量・品質の9割に影響を与えたと推定されている。気温上昇により、白菜やキャベツ等の露地野菜においては近年の収穫期の変動や生育障害が増加している(農業・生物系特定産業技術研究機構, 2006; 杉浦, 2009)。

日本の多様な気象環境下では、通常収穫後の貯蔵を行わずに野菜栽培が行われる。このことは、野菜を安定供給するために季節毎に産地を変えながら市場に出荷している実態を示しており、今日、国内生産においていかに安定供給するかが課題となっている。また、気候変動時の野菜生産の将来予測として、こうした出荷体制維持のための産地の移動に変化が現れるとも考えられている。

---

大谷万里絵 〒305-8572 つくば市天王台 1-1-1

総合研究棟 A214

筑波大学大学院 生命環境科学研究所 地球科学専攻

E-mail: marie.ootani@gmail.com

### 2. 解析手法と使用データ

#### 2.1 季節ごとに変化を行うキャベツ産地移動

国内生産において、野菜を安定供給するために季節毎に産地を変えながら市場に出荷を行っていることから、その現状を把握することが必要である。式(1)から求めた入荷量構成割合を基に、月毎の主要産地と年間の主要産地の移動を考察する。本研究では、「月別主要産地」を「月別入荷量構成割合が4%以上となる産地」と定義する。さらに、年間主要産地の2004~2009年の作況インデックスを式(2)より求める。

$$\text{月別入荷量構成割合} = \frac{\text{各産地から市場への月別入荷量}}{\text{全国から市場への月別入荷量}} \times 100(\%) \quad (1)$$

$$\text{作況インデックス} = \frac{\text{主要産地からの各年の月別入荷量}}{\text{主要産地からの2004~2009年平均月別入荷量}} \quad (2)$$

#### 2.2 キャベツ栽培期間における気象要素

第2.1節より求めた市場における年間主要産地の移動パターンと、その栽培気象環境との関係について解析を行う。各県における主要産地での栽培気象環境に近い気象データを用いた。キャベツの年間主

要産地の栽培期間における各気象要素(気温・日照時間・降水量)を AMeDAS データより抽出し、栽培期間ごとに気象要素を解析する。

さらに、本研究において、年間主要産地において式(3)より求めた割合が 3%以上となる月に該当する栽培期間を、「市場全体に強く影響する栽培期間」と定義した。

$$\text{市場全体に占める割合} = \frac{\text{各産地から市場への月別入荷量}}{\text{全国から市場への年間入荷量}} \times 100(\%) \quad (3)$$

### 3. 結果と考察

#### 3.1 季節ごとに変化するキャベツ産地移動パターン

まず初めに、キャベツそのものが市場においてどのような動向を行なうかを考察した。各月ともに 25,000~35,000 t、平均すると月に約 30,000 t のキャベツが市場へと安定的に入荷している。

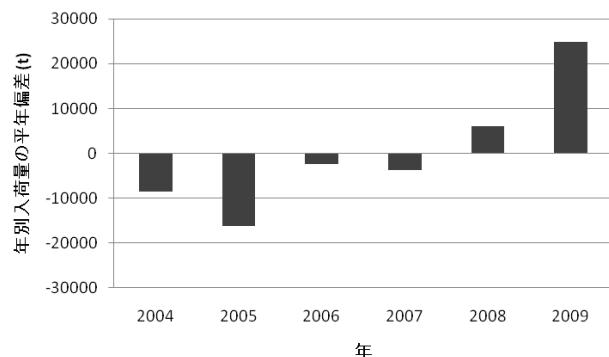


図 1. 2004~2009 年における各年のキャベツ入荷量偏 差の変動。

2004~2007 年は平均を下回り、特に 2005 年においては平均より約 16,000 t も入荷量が少ない(図 1)。これとは反対に、2008・2009 年は平均以上となり、2009 年においては約 25,000 t も平均より多く入荷している。2005 年は年平均気温が平年並みで日照時間と降水量が平年以下、2009 年は高温傾向で日照時間が平年以下、降水量は平年以上であった(気象庁、2004~2009)。2005 年は、気温が平年並みであったにも関わらず入荷量が少ない。この要因は、降水量や日照時間、または気象災害の発生等の他の気象要素による影響が考えられる。

次に、月ごとの産地移動について考察する。2004~2009 年の月ごとの主要産地を選択し地図化した(図 2)。産地移動を大別すると、12~5 月には愛知県等の低地産地を主体とした特徴(低地パターン)、6~11 月には北海道や群馬県等の低緯度産地や高地産地を主体とした特徴(高地パターン)の 2 種類に分かれる。このことから、季節的に夏と冬でキャベ

ツの主要産地が異なると考えられる。以上のように、月ごとの変化を見ることにより、短い時間スケールで産地移動が確認できる。

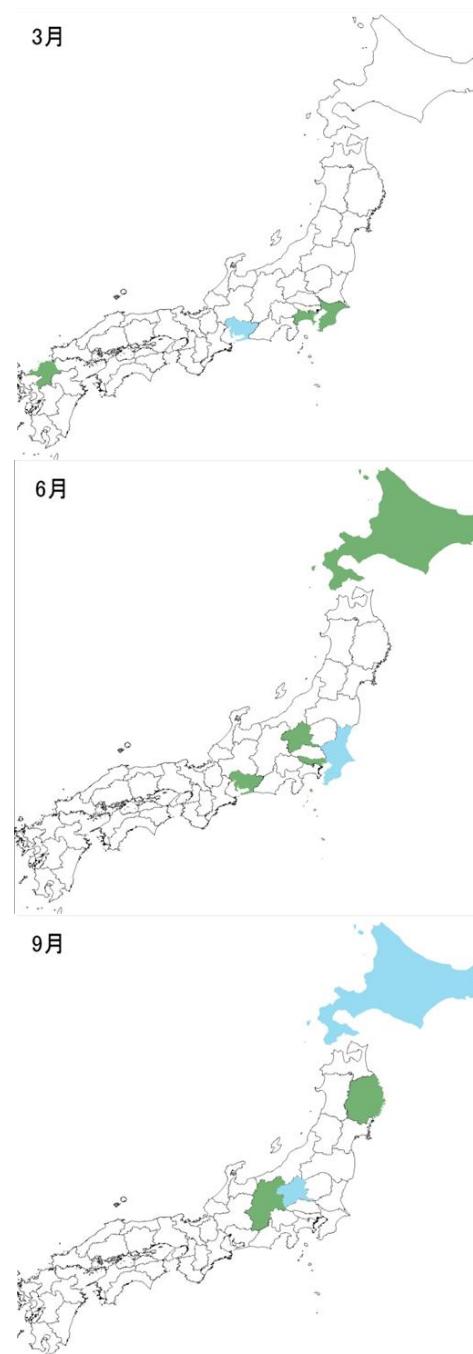


図 2. 月別でみる主要産地の移動(次ページに続く)

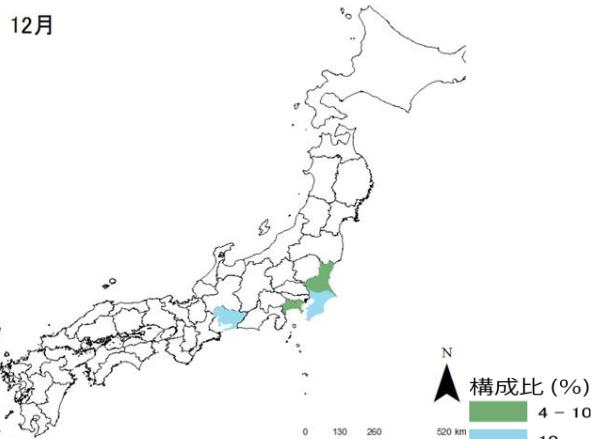


図2. 月別でみる主要産地の移動。

年間入荷量構成割合が4%以上となる北海道・茨城県・群馬県・千葉県・神奈川県・愛知県の6県を年間主要産地とし、年間主要産地の月別入荷量構成割合の変動を、1年間の流れとしてみてみよう(図3)。

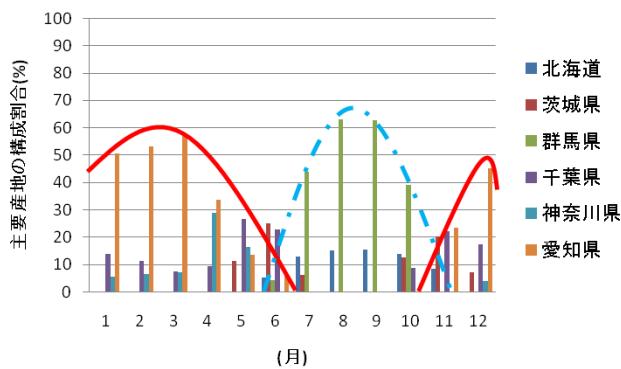


図3. 年間主要産地の季節変化。赤い曲線は、主要産地のうち愛知県の季節変化を示す。青い曲線は、主要産地のうち群馬県の季節変化を示す。

月ごとの産地移動の図でも示されたが、入荷量の多くを占める県が季節に依存した産地移動を示す。これに加え、季節の境目には構成割合の低い県が複数並ぶなどのパターンがみられる。これらのことから、キャベツは夏と冬で大きい構成割合を占める県が異なり、その境界には月別入荷量構成割合の小さい県が複数並ぶことによって全体の入荷量が一定値に維持されている。これにより、1年間を通して市場には一定な入荷量が供給されていることがわかる。この結果は、野菜の出荷体制を考察する際に重要な、安定供給の実態を示している。

本解析によって解明された産地移動パターンを

考慮することにより、キャベツ入荷量の年々変動を詳細に解析することが可能となる。

式(2)によって求めた作況インデックスを、産地移動パターンに当てはめる。これにより、年ごとの総入荷量ではなく、各月ごとに産地別での作況を見ることができる。たとえば、2009年が全国的に豊作だからといって全ての産地でプラスとは限らず、マイナスとなる産地もある。これにより全国的な豊作や不作の傾向は、いつどの産地が主な原因になっているかによって推察できる。

このように特定した場所と生育期間について、気象要素の解析や、台風・渇水等の異常気象が起こったかを追尾することで気象要素と野菜生産の関係を明らかにすることが可能であると考えられる。特に不作の場合は、市場において価格が急騰するなどの経済的影響が大きいため、要因を解析することは経済的影響の軽減に役立つ。

### 3.2 気象要素と野菜栽培の関係についての統計解析

キャベツの年間主要産地の日平均気温の推移を、栽培期間30期間(図4)についてそれぞれ求めた後、重ね合わせた結果を図5に示す。

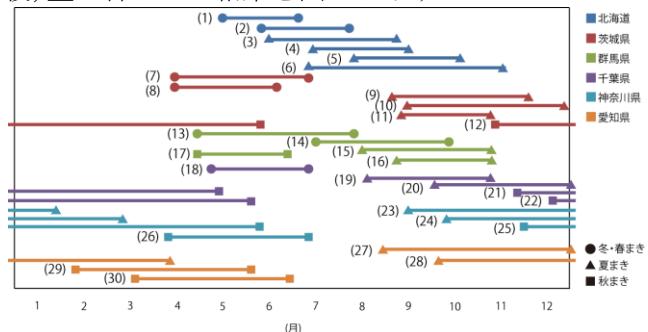


図4. キャベツの年間主要産地における栽培期間。

ここで、北海道と神奈川県は、主要産地のアメダス観測点が2地点あることから、栽培期間×2地点分の日平均気温推移が重ね合わせ、また日平均気温はキャベツ栽培地の標高で補正を行っている。

栽培地の日平均気温推移が上下2パターンに分かれていることがわかる。これは、キャベツを生産する土地の標高や緯度に依存する。緯度の高い北海道や生産地の標高が1,400m程度と高い群馬県は、下位の高冷地パターンに、それ以外の県は上位の低地パターンになる。また、低地パターンにおいては夏期に、高冷地パターンには冬期に生育期間の空白が存在する。つまり、この時期に低地または高冷地ではキャベツを生産していない。

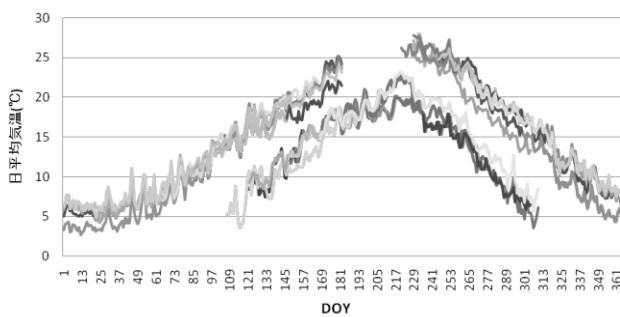


図 5. 年間主要産地の各栽培期間(図 3)における日平均気温の推移.

次に年間主要産地以外の産地についても、キャベツを生産する環境が高冷地・低地の2パターンに収まるのか検証した。その結果、キャベツを生産することの出来る環境が必ず高冷地と低地パターンに収まるのではなく、これを補うように、市場の年間入荷量構成割合が4%以下の産地が存在することがわかった。

この要因として考えられる1つは、低地と高冷地の間に位置する中間標高地域においては、キャベツ以外の作物が主に作られている点である。例として、四国地方における野菜栽培を挙げる。四国においても、キャベツ・白菜・大根は、夏場は高標高地域で、冬場は低地で栽培が行われている。中間標高地域では主に、夏秋トマト・ピーマン・ナスが栽培されている。その理由として収穫量や売上が計算しやすい等が考えられる。それらの野菜以外にも、果樹が栽培されていることから、中間標高地域ではキャベツを栽培する必要性が低いと想定される。また、四国に限らず、全国的にもこのような傾向があると考えられる。この結果に関しては、単純に気象環境のみが要因でないため、今後農業地理学的な解析・考察が必要であろう。

次に、キャベツの年間主要産地の日平均気温が日本の日平均気温とどのように異なるかを検証する。年間主要産地の日平均気温推移を、キャベツ産地とならないアメダス観測地点の値と比較を行う。高冷地は札幌、低地はつくばを事例とし、日平均気温を2004～2009年で平均して使用した。高冷地であれば、冬期では一般的に2.6°C以下となることもあるが、キャベツの主要産地においては2.6°C以下の範囲は除かれる。低地においては、7～8月の高温期がキャベツの主要産地において除かれている。以上のことから、年間主要産地においては夏期や冬期で異なるキャベツの栽培に適した気温場を選択しているこ

とがわかった。

次に、日平均気温以外の気象要素との関係についてみると、積算温度、日照時間、降水量との間に明瞭な傾向が掴めなかった。

年間主要産地の栽培期間内の日最低気温と日最高気温をそれぞれ期間の長さで平均することにより、栽培期間内の最低気温と最高気温を算出した。この気温差の大きさは、それぞれ栽培期間によってばらつきがあるが、年間主要産地の栽培期間全体は4.7～24.7°C(20°Cの幅)に収まることがわかった。

キャベツの年間主要産地の中でも、市場全体に強く影響する栽培期間に対象期間を絞り気象要素の解析を行った。該当する県は愛知県と群馬県の2県である。市場全体に強く影響する栽培地域における日平均気温推移(図 6)を、年間主要産地の全栽培期間の日平均気温推移(図 5)と比較する。

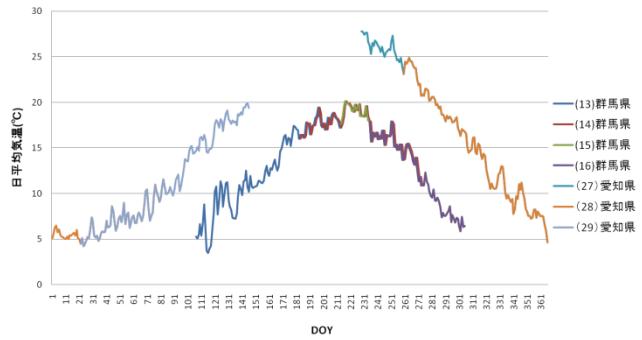


図 6. 市場全体に強く影響する栽培地域における日平均気温の推移.

低地パターンにおいて空白となる期間が、年間主要産地の全栽培期間の7月1日～8月9日よりも長く、5月26日～8月16日となる。この期間を、産地移動パターンの結果(図 3)と整合すると、冬期の愛知県主体パターンから夏期の群馬県主体パターンに入れ替わる期間に該当する。このことは、産地移動パターンにおいて、1つの県によって市場に対する入荷量が構成されるパターンとは別に、複数の県によって市場全体の入荷量が構成されるパターンが存在するとともに、市場解析と気象解析の結果が一致することを示す。

気温幅は、キャベツの年間主要産地の全栽培期間における気温幅(4.7～24.7°C)と比較して、7.0～21.4°Cと幅が約5°C小さくなることがわかった(図7)。このことから、栽培期間を絞ることにより気温条件もより絞られることが理解できる。

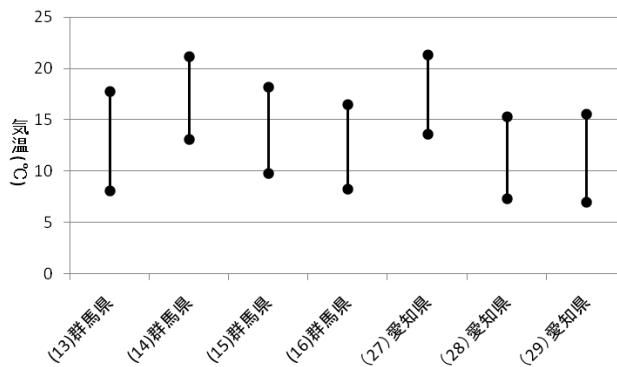


図 7. 市場全体に強く影響する栽培地域における気温幅.

解析対象の栽培期間を市場に対する影響度によって絞ることにより、キャベツの生育に関する気象要素の条件も絞ることが可能である。

### 3.3 市場解析と気象解析の関係性の考察

本研究の目的である気候変動が市場への野菜の安定供給におよぼす影響の解明のためには、2つの解析の関係性が重要となる。本研究において、産地移動パターンの結果とキャベツ産地の日平均気温推移結果が良く一致していることがわかった。このことから、気象要素の変化を基にして、野菜の流通パターンの説明が可能であると考えられる。この結果は、気候変動シナリオを基にした将来予測を行うことが可能であることを示している。

そこで、キャベツ産地の日平均気温推移がどのように変化するかを解析した。地球温暖化による気候変化予測(林ほか, 2001)から、各地方における気温の将来予測を使用した(表 1)。

表 1. 日本の各地方における気温の変化予測

(林ほか, 2001).

日本の各地方における気候変化予測(林ほか, 2001)		気温上昇量(°C)			
地方	基準年(1952~1982年)	2030年代	2060年代	2030年代	2060年代
北海道	16.3	18.8	19.9	2.5	3.6
東北	19.1	21.3	22.4	2.2	3.3
関東	21.9	23.9	25.1	2	3.2
甲信越/北陸/東海	21	23.1	24.3	2.1	3.3
近畿	22.3	24.3	25.5	2	3.2
中国/四国	22.1	24	25.2	1.9	3.1
九州	22.9	24.8	26	1.9	3.1

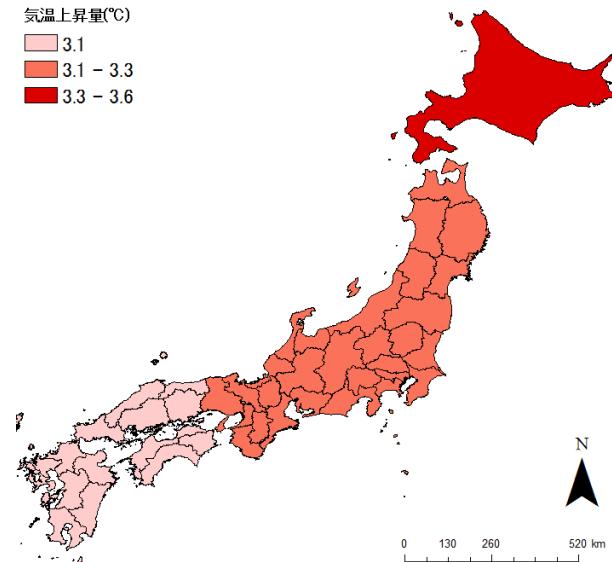


図 8. 2060 年代における気温上昇量.

図 8 から、低緯度になるにつれて、気温上昇量は増加することがわかった。

将来予測結果をそれぞれ図 9 と図 10 に示す。日平均気温は全体的に現在よりも上昇する。また、気温が上昇するにつれ、低地では夏期の空白となる部分が広くなる。しかし、高冷地においては、現在の日平均気温推移には表示されていない冬期の気温が低い部分が、気温上昇によって栽培可能となる。このように、気象要素とキャベツ産地の関係性から、気象要素の変動結果を産地移動パターンに当てはめることにより、キャベツ産地の移動パターンが将来どのように変動するのかを求めらるることができる。

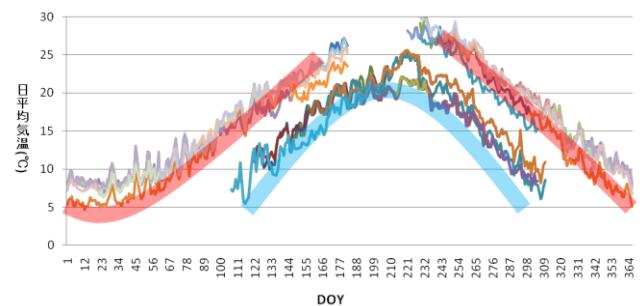


図 9. 年間主要産地の各栽培期間(図 4)における日平均気温の推移(2030 年代)。現在の気温に林ほか(2001)より引用した 2030 年代の気温上昇量(表 1)を加えた。赤い

太線と青い太線は、それぞれ現在(2004~2009年)の日平均気温推移を示す。

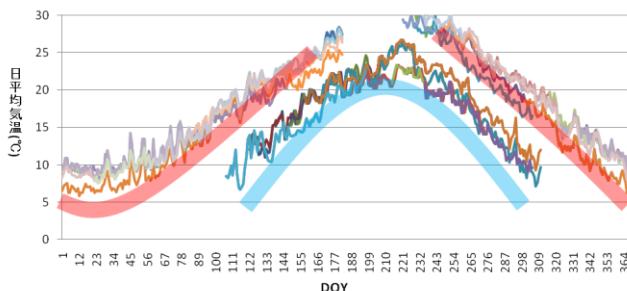


図10. 年間主要産地の各栽培期間(図4)における日平均気温の推移(2060年代)。

#### 4. 結論と今後の課題

GIS を援用することにより、キャベツの主要産地が季節によって異なるという産地の移動パターンの実態を、より短い時間スケールによって捉えることができた。

将来、地球温暖化によって各地の平均気温が上昇すると、現在主要産地である都道府県では栽培が困難になること、栽培時期がずれることが想定された。例えば、低地では高温期(7~8月)は栽培されないと、3-27°Cの間に日平均気温が収まる必要があると考えられる。現在の収穫期や定植期では、気温上昇により栽培に適した環境でなくなり、収量の減少や障害の発生を招く可能性がある。

今後の課題として、作況指数を用いた気象要素の影響を事例解析形式で行う等のより発展した解析を行うことが必要である。また、今後は解析結果を基にした将来予測が課題として残されている。

#### 謝辞

本研究の遂行と論文の執筆にあたり、卒業論文の指導教員である筑波大学生命環境科学研究所の林陽生教授に助言をいただきました。また、ご意見や情報の提供をして下さった生命環境科学研究所の先生方、先輩方、同期の皆様に心より感謝いたします。キャベツの栽培に関する情報提供をしていただいた群馬県高冷地野菜研究センターの職員の方々、キ

ヤベツの生態・気象と野菜生育に関する情報提供やアドバイスをいただいた農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センターの大原源二氏に深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 杉浦俊彦 (2009) : 「温暖化が進むと「農業」「食料」はどうなるのか?」, 技術評論社.
- 戸田博愛 (1989) : 「野菜の経済学」, 農林統計協会.
- 清野豁 (2008) : 「地球温暖化と農業」, 成山堂.
- 農業・生物系特定産業技術研究機構, (2006) : 農業に対する温暖化の影響の現状に関する調査、研究調査室小論集, 7, 64pp.
- 林陽生、石郷岡康史、横沢正幸、鳥谷均、後藤慎吉 (2001) : 温暖化が日本の水稻栽培の潜在的特性に及ぼすインパクト, 地球環境, Vol. 6 No. 2, 141-148.
- 野菜・茶業研究所 (2009) : 野菜の種類別作型一覧, 野菜・茶業研究所刊行物, 124-133.
- 気象庁 (2004~2009) : 各年の日本の天候、気象庁報道発表資料.
- 独立行政法人 農畜産業振興機構、ベジ探 HP. (<http://vegetan.alic.go.jp/>)
- 総務省統計局、政府統計の総合窓口 e-Stat、作物統計 (市町村別データ).  
([http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?\\_toGL08020103\\_&listID=000001060566&disp=0ther&requestSender=dsearch](http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&listID=000001060566&disp=0ther&requestSender=dsearch))