

# ウェザー・インデックス先物取引の可能性について

栗原伸一  
丸山敦史

1. はじめに
2. 経済活動と気象変動
3. 農業と気象変動
4. CMEにおける天候デリバティブ
5. ウェザー・インデックス先物の可能性
6. おわりに

## 1. はじめに

規制緩和によって新規商品の上場が容易になり、商品の多様化による先物市場の活性化が期待されている。実際、2000年以降に上場された商品には、灯油、ガソリン、原油等の石油関連商品だけでなく、国際生糸、非遺伝子組み換え大豆、食用馬鈴薯、大豆ミール等の農業関連商品も含まれている。一方で、小豆、大豆、綿糸、乾繭、生糸等が出来高の過半を占めていた10年前に比べ、その構成内容は大きく変化している。直近のデータによれば、取引の過半を占めるのは白金、金等の貴金属、ガソリン、灯油等であり、農業関連商品と非農業関連商品との地位は完全に逆転している。

先物市場における農業の地位低下が確実に進んでいる状況下で最近注目を浴びているのは、1998年の保険業法の改正にともない損害保険会社が付随業務として扱うことが可能となった「天候デリバティブ」である。その背景には、世界的な猛暑や冷夏、豪雨や干ばつ等の異常気象の発生と経済的被害の深刻化、将来的にわたる天候リスクの増大の懸念等がある。

天候デリバティブはアメリカのシカゴ・マーカンタイル取引所(CME: Chicago Mercantile Exchange)で取引が開始されて以来、最近では、ユーロネクスト(Euronext)やロンドン国際金融先物・オプション取引所(LIFFE: London International Financial Futures Exchange)といった取引所でも様々な天候デリバティブの導入可能性について検討がなされている。

日本での最初の天候デリバティブ取引は、三井海上火災保険(株)と(株)ヒマラヤとの間で1999年に締結された「積雪量指数オプション」である。その後も、種々の天候デリバティブが開発・販売されているが、「スキー場天候保険」や「ゴルフ場天候保険」・「興業中止保険」等の悪天候による損害を補填するための商品、言い換えれば「従来型保険商品」の延長として、個別企業との相対取引を前提としたものとして位置づけられているにすぎない。後に見るように、このことは天候デリバティブ市場の活性化に大きな制約を与えている。

そこで本稿では、農業における天候デリバティブ、特に、その特殊性について整理検討し、

最後にウェザー・インデックス先物市場の利用可能性について考察する。農業に相応しい天候デリバティブが設計できれば、農産物関連型先物商品として活発に取引される可能性は十分に考えられ、同時に、農業従事者および農業関連業者の先物市場への関心が高まることは、この分野の活性化に大きく貢献することと思われる。

## 2. 経済活動と気象変動

経済活動と気象変動は切っても切れない関係にある。Maunder[7]は、多くの産業、様々な商品の価格に対する気象要因の影響について実例を示しながら解説している。中でも天候の影響が大きい産業は、冷房用電力需要や暖房用電力需要、暖房用燃料需要等の季節性の強い需要をかかえるエネルギー産業であり、特に電力市場が自由化されている米国のケースでは経済全体に及ぼす影響も大きい。家電産業についても、云うまでもなく、エネルギー需要の変動と冷房機器や暖房機器の需要とは連動しているため、気象要因により受ける影響は大きい。更に、ビール等の飲料需要や水着、オーバー等の衣料品などの売り上げ、夏期の海水浴場やプール、冬季のスキー場等の利用客数も天候に大きく依存している(注1)。当面の関心事である農業については、鍋料理用の野菜等の需要が天候により大きく変動することに加え、生産そのものが天候の影響を強く受けるといった性質があり、気象変動が農家収入に与える影響は小さくはない。日本における一般的な傾向として、6~8月の平均気温が1990年代の平均よりも1度上昇すると、夏期(7~9月期)の実質個人消費が1.5%程度増加することが示されている(注2)。

これらの産業において、予測できない温度変化によるリスクを転嫁し、企業が悪影響を受けるのを避けるために創設されたのが天候デリバティブ市場である。従来、利子率や外国為替の変化によるリスクを避けるために利用されていた先物やオプション取引が、極端な温度変化によるリスクを管理するための手段として利用されるようになった。天候デリバティブを用いることの利点は、次の様に説明することも出来る。これまで主に取られてきた天候リスクを回避するための手法は、天候の影響の大きい業務への依存度を下げたり、あるいは影響の少ない分野との多角化を図ったり、気象変動から受ける影響が逆の業種を組み合わせたりといった、経営的な工夫によって損失と利益とを相殺することだった。しかし、天候デリバティブ市場を利用すれば、収益機会を逃すことなく、しかも余分な資本を抱えずに効率的なリスクヘッジとリスク管理を行うことが出来る。

(注1)三菱商事が発行している『東京ニュースレター』1985年8月号には、代表的ビール製造企業の業績と天候の影響についての分析例が紹介されており、ビール業界では、早くから夏場の低温が需要に大きな影響を与える主たる要因と捉えた研究がなされてきたことが分かる。

(注2)みずほ証券による試算(日経新聞2001年7月6日)。

### 3. 農業と気象変動

農業生産が自然条件に大きく左右されることは、先に述べた通りである。しかし、これまでは、このような農業の特質、即ち、気象変動によって生産量や需要量が変化し結果的に農家収入が変動することはやむを得ないとされてきた。農業に従事している者の多くも、おそらく同様の考えにあるであろう。しかし、このことは、農家にとって気象要因のリスクをヘッジすることが重要でないことを意味しない。大規模な天候変化が起こった場合、個別農家レベルの被害は許容できないほどに大きく深刻なものとなる。

農業においては、需要面の影響に加え、生産面の影響が大きく、そのことは天候が農家所得に与える影響を把握することを極めて困難にしている。例えば、播種から収穫までの全生産期間は、気温、降雨量、日射量等の気象要因の影響を受けるが、一方で、一時的に大きなダメージがあっても、その後の天候次第で収量が持ち直すこともある。更に、生産技術の水準によっても天候の影響の現れる方が異なるとも指摘されている（吉田 [4]）。これは、特定の時期の気温や積雪量といった限られた天候要因の影響しか受けられない非農業部門との大きな違いである。従って、農業が対象とする天候デリバティブには、気温に関係する因子だけではなく、降雨量や日射量等が含まれ、さらにそれらの要因が生産過程のある特定の時期に必要な量に達しているか、あるいはある限度内に収まっている必要がある等の事柄が考慮されていない。単に積算温度や、日々の最高気温、最低気温等を数えていけば良いという訳にはいかない。

より具体的に、天候要因と収量の関係について、稲作を例にとって考えてみよう。稲は発芽してから成熟するまでに6ヶ月程度を要し、この期間は通常、発芽・移植・分けつ期の栄養生長期、幼穂分化期・穂ばらみ期・出穂期の生殖生長期、乳熟期・糊熟期・黄熟期・成熟期の登熟期に分けられる（村山ら [3]）。温度管理については、極端な温度が稲にとっては破壊的な影響を与えること、低温・高温の限界、いわゆる限界温度が存在することが知られている。限界温度は普通 20 以下、30 以上とされており、温度障害の代表である低温障害は、日平均気温が 20 を下回ったときに起こる。寒冷な気候に加え、特に生殖成長期での日射量不足は登熟度合いの低下を招き、収穫量に大きく影響する。また、水田稲作が普通の日本のような国では、水量や水温も重要な要因となる。特に幼穂分化期までは成長点が水面下にあるため、水温は成長や発育に大きく影響する。水不足は、すべての生育ステージで収量を低下させるが、逆に水過剰、即ち洪水も稲にとっては大敵である。

上述のように稲の収量に影響する気象要因には温度、日射量、降雨量等多くの要因が含まれる。しかし一方で、品種や低温、高温の継続期間、植物の生理状態、気温の日変化の影響（夜間低温にさらされても、日中の高温で低温効果が軽減されるなど）、窒素、リン酸等の土壌養分、水深、水分欠乏と生育時期との関係等について考慮しなくては、正確な予測は出来ない。このような複雑過程をモデル化することは簡単ではなく（注3）後に詳しくみる HDD や CDD のような指標では、農業が受ける被害を表現することは不可能といわざるを得ないのである。天候デリバティブが有効に機能するためには、これらの農業特質が考慮されなければならない。

(注3) 天候と収量の関係はこれまでも分析されてきている(小幡[1]、Sawada and Osanami[8])。

#### 4. CMEにおける天候デリバティブ

CMEのHDD(Heating Degree Day)・CDD(Cooling Degree Day)先物とオプション商品は、温度に関連した最初の天候デリバティブである(注4)。CMEによると、これらの取引は、成長しつつある天候デリバティブ店頭取引におけるリスクヘッジニーズに基づいて設計されており、高い流動性、標準化された契約、価格の透明性(先物市場での取引)のもとで取引が出来るといった利点がある。また、CMEは買う側にとっては売る側として、売る側にとっては買う側として機能するため、店頭取引の参加者が個別の取引相手についてのリスクを考える必要はない。一般的に取引されるのは、日々の平均気温の累積度数を指数化したものである(注5)。しかし商品は、必ずしもアメリカ全土を対象としたものではなく、複数の基準によって選ばれた地域について提供される。

Degree Day(DD)は、米国では寒暖の基準と考えられている華氏65度からの1日の平均気温の偏差として定義される(注6)。HDDやCDDの値が低ければ低いほど、高ければ高いほど平年に比べ異常ということになり、HDDは暖房を必要とする程度、CDDは冷房を必要とする程度とも解釈できる。日本でも同様の温度基準(華氏65度 摂氏18度)が用いられている。

HDD、CDDは次式で定義される。

$$\text{日次 HDD} = \text{Max}(0, 18 - \text{日平均気温})$$

$$\text{日次 CDD} = \text{Max}(0, \text{日平均気温} - 18)$$

例えば一日の平均気温が15ならば、HDDは、(18 - 15)で3となり、一方で、CDDは気温が18を超えていないためゼロとなる。逆に、平均気温が30ならば、HDDはゼロとなり、CDDは(30 - 18)で12となる。天候デリバティブ商品として取り引きされるのは、ある一定期間中の累積HDD、もしくは累積CDDである。

例えば、電気・ガス等の公益企業が直面するケースについて考える。電力企業の収入が冷夏で冷房を必要としない年に弱含みになるなら、企業はCMEにCDD先物を売れば、あるいはCDDプットオプションを買えばよい。他方、このような企業は、通常は夏期の高温で利益を得るが、異常高温の年にはより多くの費用が必要となるばかりでなく発電効率も下がり減収に結びつくこともある。この場合、例えば、平均華氏80度の都市で夏期の1ヶ月間華氏100度に近くなるという予測が出たならば、CDDコールオプションを買うことによってリスクヘッジが可能となる。CDDコールのポジションも用いることによって、これらの予期せぬ支出を補償することができる。実際、この分野での規制緩和によってあらゆる種類の天候デリバティブを利用することが可能になったため、収益性を維持するためにリスクヘッジを行う企業と、何もせずに損失を甘受する企業との差が顕在化している(CME[5])。

エネルギー消費と天候の密接な関係は、1984年から1998年までのウィスコンシン州での温度と天然ガスの消費量のデータを用いて推計した結果からも明らかである(Dische[6])。

それら 2 系列の相関係数は 0.954 であった。これはウィスコンシン州での温度が住民による天然ガス消費量を予測するのに如何に役立つかを示している。また同時に異常低温の冬や、異常高温の夏には深刻な経済的影響が出ることをも示している。

CME の HDD・CDD 指数先物契約は、ある将来のデータによる HDD・CDD の値を購入する、あるいは販売するという契約と結びついている。このことは、家畜あるいは穀物先物を利用している農業部門のリスク管理者も、天候デリバティブをヘッジ戦略として採用できることを示している。

ここで、HDD・CDD 先物について説明を加える (CME [5])。CME の HDD・CDD 先物は、HDD・CDD 指数の 100 倍 (ドル) の架空の価値を持ち、契約は HDD・CDD 指数のポイントで行われる。例えば HDD 指数 750 というのは、その先物取引が 75,000 ドル ( $750\text{HDD}\times 100$  ドル) の架空の価値を持つことを意味する。最小取引単位は 1 指数ポイントである。1999 年 11 月の HDD 先物を、1999 年 9 月に価格 750 で売ったとする。そして、同年 10 月に先物を 625 で買い戻しポジションを閉じたとする。この場合、取引者は 9 月に取ったポジションに対して 12,500 ドル ( $125\text{HDD}\times 100$  ドル) の利得を得ることができる。

店頭取引においては、通常、HDD 取引は 10 月から 3 月まで (HDD シーズン) をカバーし、CDD 取引は 5 月から 8 月まで (CDD シーズン) をカバーしている。しかし、CME では顧客の HDD あるいは CDD シーズン拡大のニーズに対応し、12 ヶ月いつでも迅速に連続的限月の商品を提供することができるとしている。

HDD・CDD コールオプションは購入者 (もしくは、所有者) に対しては、HDD・CDD 先物のある特定の価格 (ストライク) あるいは実価格で購入する権利を与えるが、義務を負わせることはない。HDD・CDD プットオプションは購入者に対しても、HDD・CDD 先物を販売する権利を与えるが義務を負わせることはない。これは、オプション購入者にとっては、支払ったプレミアムによって損失が制限されるものの、価格次第で潜在的に無限の利益を得る可能性があることを示している。

これらの権利は、限月で行使できるが、その前には行使できない。このように、HDD・CDD 先物に関するオプションが限月でなければ行使できないという性質は、ヨーロッパ・スタイルと云える。

限月には、オプションのポジションは自動的に行使され、もしオプションが貨幣単位のものならば決済しなくてはならない。各限月での決済価格は、アース・サテライト・コーポレーション (アメリカ、メリーランド州) が計算する HDD・CDD に基礎を置いている。アース・サテライト・コーポレーションは農業やエネルギー産業に対する天候付加価値サービスにおいて世界をリードする企業である。HDD・CDD 先物とオプションは、もっぱら CME 電子取引システム GLOBEX2 システムを介して 1 日 24 時間行われている。

ここで具体的なリスクヘッジの例を紹介しよう (CME [5])。ABC 公益企業を考える。ABC 公益企業はシカゴ地域で電力を販売している。冬期間に彼らが課している小売り料金は 0.08 ドル/kWh に固定されている。通常の冬には販売量は 10 億 kWh と予想されており、見込まれる収益は 8,000 万ドル ( $10$  億 kWh $\times 0.08$  ドル/kWh) である。しかし、ABC 公益企業は次の冬は相対的に暖冬になり、販売量が減るのではないかと危惧している。

冬期間の収益を安定させるためにABC 公益企業はシカゴ HDD 指数 2000 年 1 月先物を販売することを考えた。典型的な季節的ヘッジは、例えば、1999 年 10 月から 2000 年 3 月までのように連続的な HDD 契約の販売を含むことに注意しておく必要がある。しかし、説明を簡単にするために、ここではヘッジがすべてシカゴでは 1 年の内で最も寒い 1 月の契約で行われると仮定する。販売する HDD 契約の数を決定するために、あるいはヘッジ率として何が参照できるかを知るために、ABC 公益企業は統計的研究を行った。彼らは HDD 指数の 1% の減少が収益の 0.9% の減少に対応していることを知った。HDD 指数の 1% の減少は現在の価格水準では 1,250 ドル ( $0.01 \times 1250 \text{ HDD} \times 100$  ドル) に値する。収益の 0.9% の減少は 720,000 ドル ( $0.009 \times 8000$  万ドル : 計画収益) に値する。従って、「ヘッジ率 = 収益変化 / 契約価値の変化」とすると、販売しなければならないのは  $576$  契約 =  $720,000$  ドル /  $1,250$  ドルということになる。

そこで、ABC 公益企業は、1999 年 10 月に 2000 年 1 月の HDD 先物を 576 単位 1,250 ドルで販売した。まず、暖冬だったと仮定する。2000 年 2 月に 2000 年 1 月のシカゴ HDD 契約は 1,150 で精算され、結果として、ABC の販売量は 7200 万 kWh ( $10$  億  $\times 0.9 \times (1250 - 1150) / 1250$ ) で、ABC の収益は 576 万ドル ( $0.08 \times 7200$  万 kWh) 減少する。しかし、ABC 公益企業は実際の収益減少を、576 万ドル ( $(1250 - 1150) \times 576 \times 100$  ドル) の先物のポジションからの収益によって相殺することができる。

逆に、もし厳冬だったらどうか。2000 年 2 月に、2000 年 1 月のシカゴ HDD 契約が 1,400 で精算されたとする。結果として、ABC の販売量は 1 億 800 万 kWh ( $10$  億  $\times 0.9 \times (1400 - 1250) / 1250$ ) に増加し、これは 864 万ドル ( $0.08 \times 10800$  万 kWh) の収益増加をもたらす。しかし、ABC 公益企業は実現した収益増加を先物ポジションの損失 864 万ドル ( $(1400 - 1250) \times 576 \times 100$  ドル) で相殺する必要がある。

この様に ABC 公益企業は、冬期間の天候による収益変動にとる損害を HDD 先物でヘッジすることにより免れることができる。確かに HDD・CDD 先物を利用することによって、ここで想定されたような企業がリスクヘッジに成功する可能性は高い。しかし、これは天候変動による被害を温度のみで表現できる極めて単純なケースであり、農業一般に対してこのまま適用することはできないことは注意すべきである。

(注 4) ここでの記述は、CME (“WEATHER FUTURES AND OPTIONS”) に基づいている。

(注 5) 他にも若干平均気温や降雨量、降雪量、湿度等に関するデリバティブ商品も存在するようだが、実体は明らかではない。

(注 6) 寒暖の感覚については国によって、地方によって異なることが考えられるので一概に華氏 65 度が適切とは言えないことはもちろんであるが、通常はこの気温を基準としているようである。

## 5. ウェザー・インデックス先物の可能性

ここでもう一度、天候デリバティブ商品の現状と問題点を整理しておく。天候デリバティブ商品は、近年、保険と金融市場の融合によって誕生した。従来、異常気象によるリスク回避が保険により対処されてきたこともあり、現在販売されている商品のほとんどすべてが保険型の商品となっている。日本で最初に販売された天候デリバティブは「積雪量指数オプション」取引であり、特定の期間（12月31日から12月31日）に、特定のスキー場で観測した積雪量が10cm以下の日数を合計したものを小雪日数とし、小雪日数が75日を越えた場合に、その超えた日数に応じて保険会社が1日当たり一定額を支払うというものだった。保険型商品は、被害発生の確率がある程度明らかで、被害の程度が固定的である場合にその有効性を発揮する。しかし、個別に設計された保険型商品は、ある意味で被害に備えて自ら積み立てておくことと同義であり、リスクヘッジが自ら被害に備えることを意味する。このことは、リスクのすべてを自分で引き受けることになり、一般的な先物商品のように幅広い投機家に薄くリスクを分散する場合と比べ、リスクヘッジの手段としての効率性は良くない。

農業生産者あるいは農産物流通業者、農産物を加工原料として用いる製造業者が保険型天候デリバティブ商品を使う場合は、さらに次の点に問題がある。

まず、個別企業対応型商品であるということが挙げられる。保険型天候デリバティブの多くは、個別企業が受ける被害を量定した上で、HDD・CDD等の数字をあげ補償額と販売価格を決定している。しかし農業の場合、個別農家について天候変動による価格を予測し具体的に被害額を予想することは困難であり、保険会社としても販売価格を決めかねるとというのが現実であろう。

次に、このような個別企業向けの天候デリバティブでは、商品の流動性を高めることは期待できないことが挙げられる。この種の商品では、先物市場に上場しても取引が成立する可能性は極めて低いと云わざるを得ない。この問題を解決するためには、まず個別企業向けの保険型商品ではなく、多くの投機家が参加できる魅力ある先物商品を設計する必要がある。

魅力的な先物商品を開発するためには、従来の「特定期間、特定気象条件の損害をヘッジする商品」という考え方を変える必要がある。米国では国立気象データセンター（NCDC、National Climate Data Center）やアース・サテライト・コーポレーションのような企業が、日本では気象庁や日本気象協会（<http://finance.jwa.or.jp>）、ウェザー・ニュース社（<http://www.weathernews.com>）が気象情報を提供しているが、これらの広く利用可能な気象情報から、利用価値の高い、より多くの人々が利用できる商品をデザインするかが課題となる。CMEのHDD・CDD先物、オプション商品の場合は、連続限月制を取っているためニーズに応じた時期のリスク回避が出来るように設計されているが、指標が温度のみということで利用範囲を狭めている。

この問題に対する一つの回答は、多くの気象要因を何等かの形で結びつけた指数、いわゆる「ウェザー・インデックス（WI：Weather Index）」を積極的に利用することである。

WIが各農産物の収量とどのような一般的関係にあるかが解明されさえすれば、どのよう

な作物を作っている生産者、生産者団体でも気象変動によるリスクを回避するためにこの指標を利用することが出来る。更に、農産物を原料として利用する業者も購入費用の変動リスクをヘッジできるであろう。一方で、投機家は気象情報を観察しながら、自らの最終的収穫予測をもって先物市場で取引に参加することになる。個別企業向けにデザインされた商品に対して投機的資金をつぎ込むよりは、気象指数を利用した商品の普遍性は高いため取引そのものの流動性が高まることが期待される。このことは、先物市場の活性化に貢献するであろう。

典型的な WI は、特定の作物の収量に直接関係づけて定義されている。Sawada and Osanami [ 8 ] は WI を予想収量と現実収量との比として、次のように定義している。

$$(1) \quad WI_t = Y_t^* / \hat{Y}_t^*$$

ここで  $Y_t^*$  は実験圃場での反当たり収量、 $\hat{Y}_t^*$  は収量推計モデルによる推計収量である。

収量推計モデルは、次の通り。

$$(2) \quad y_t = b_0 + b_1 T_{it} + b_2 S_{it} + b_3 P_{it} + b_4 R_{it}$$

ここで、 $y_t$  はトレンドを除去した反当たり収量、 $T$  は平均気温、 $S$  は累積日射量、 $P$  は累積降雨量、 $R$  は降雨日数、 $b$  は推定されるパラメータ、添字  $it$  は  $t$  年の適切な期間  $i$  をそれぞれ表している。Sawada and Osanami [ 8 ] はこのようにして定式化された WI が、単なる温度や積算温度という単一の指標を用いた場合よりも米の供給量予測に役立つことを明らかにした。従って、稲作収量が農家収入を決定する主要因である場合、農家収入と天候との関係を示すものとして捉えることができる。

しかし、Sawada and Osanami [ 8 ] の WI は、稲作農家のリスクヘッジには役だっても、他の農産物を生産する農家の役には立たないという欠点がある。さらに年 1 回 WI が更新されるのでは、逐次公表される気象情報を最大に利用しているとは云えない。より汎用性の高い指標を作るためには、何らかの形で、現実の気象観測結果から計算される総合的な指数 ( $W_t$ ) を作成する必要がある。これが計算できれば、平年並みの気象から今年の気象条件がどの程度乖離しているかを示す指標を作ることができ、それを WI として先物取引に導入することが出来る。

例えば、 $WA_t$  を過去数年の  $W_t$  の平均値とすると、次式のように WI を定義することが出来る。

$$(3) \quad WI_t = W_t / WA_t$$

$WI_t$  の値が 1 の近傍にあれば平年作が期待でき、 $WI_t$  が 1 から離れるほど異常作となることが予想される。このような形で WI を定義し、適切な場所での気象データを用いて WI を計算すればどのような作目にも適用できるはずであり、少なくとも個別作目別の商品を設計する必要性はなくなる。

収穫量に影響する天候要因を、 $X_t^j$  ( $j$ : 気温、日射量、降雨量、…、 $t$ : 時点)、その期間



についての時点  $t$  までの累積値を  $Y_t$  とすれば、次式は時点  $t$  の  $W_t$  を算出する一つの候補である。

$$(4) \quad W_t = \sum^j (\alpha^j X_t^j + \beta^j Y_t^j)$$

ここで、 $\alpha^j$ 、 $\beta^j$  はパラメーターを表す。どの様に  $W_t$  を決定するか、即ち、どの気象変数を含むべきか、それらの変数をどの様に結合させるのか（加法形式を用いるのか幾何形式を用いるのか）、各変数のウェイトをいくつにするのかといった問題は、今後実証的に解明されなくてはならない。

注意しなければならないのは、 $1 > WI$  の場合に農家収入が増え、 $1 < WI$  の場合に農家収入が減るとは限らないことである。更に、農家収入は生産量と価格の関数であり、価格には生産だけでなく需要の影響も現れる。農家収入のリスクをヘッジするためには、どの様な  $WI$  のパターンが高収量と結びつくのかをカテゴリカルに分析した上で、 $WI$  と価格との関係を十分に明らかにしなくてはならない。

また、保険型の天候デリバティブが個別企業のヘッジニーズに対して設計されるのと同様、気象の地域性から、 $WI$  先物も限られた地域向けに設計せざるを得ないという制約も存在する。しかし、適用範囲を限定することは市場を細分化することに他ならず、流動性の低下を招くことにもつながる。一方で地域が限定されなければ、実際のヘッジャーにとって  $WI$  は使い勝手の悪いものになってしまう可能性が大きい。出来るだけ多くの生産者が利用でき、高い流動性が期待できる  $WI$  の開発にはより詳細な検討が必要とされる。

## 6. おわりに

以上本稿では、農業における天候デリバティブの特徴を整理検討し、農業天候デリバティブ先物市場の可能性について考察した。農業向け天候デリバティブ先物商品を開発するためには収量と天候要因との複雑な関係を捉えた指標、時間とともに変化する気象条件からその年の収量を予測できる指標が必要であり、われわれは、この条件を満たす指標として、ウェザー・インデックス ( $WI$ ) の採用を提唱した。しかし、 $WI$  にどのような気象要因を、どのような形で取り入れれば最も収量や農家所得と相関が高い  $WI$  を作成できるのかについて、明らかにはなっていない点が多い。天候デリバティブ市場が拡大し活性化していくためには、魅力的なデリバティブ商品の供給が必須であることから、特に実証面において、これらの課題を整理・検討していく必要がある。

## 参考文献

- [1] 小幡伸二「中国農業と「天候指数」について」『一橋研究』, 14(3), 1989.
- [2] 土方薫編著『天候デリバティブ』シグマベイスキャピタル, 2000.

- [3] 村山登，吉田よし子，長谷川周一，末永一博訳 『稲作科学の基礎』 博友社，1986 .
- [4] 吉田義明「 経営的要因から見た 93 年凶作—宮城県大崎耕土を中心として—」 『自然災害科学』 日本自然災害学会，13(2)，pp.90-96，1994 .
- [5] CME, *Weather Futures and Options*, 2001.
- [6] Dischel, B. “Weather Risk Management at the ‘Frozen Falls Fuel Company’,” CME Open Interests Paper Series, Chicago: Chicago Mercantile Exchange, 1999.
- [7] Maunder, W. J. *The Human Impact of Climate Uncertainty*, London: Routledge, 1989.
- [8] Sawada, Y. and F. Osanami, “Weather Index,” *Nokei Ronsou*, 32, pp.185-196, 1976.