

農業のリスクマネジメント：農作物の収量変動リスクの定量的解析

Risk management of agriculture: quantitative risk analysis of crop yield variability

○永井孝志*

Takashi NAGAI

Abstract. Long-term national statistical data on crop yields were analyzed to quantify the risk of yield variability by crop and by prefecture. The difference between normal and actual yields in each year was assumed to occur randomly under a certain probability distribution, and the magnitude of variation in the distribution (standard deviation after normalization) was used as a risk index. In addition, whether the risk can be hedged by combining crops or prefectures with differences in yield variation patterns was analyzed.

Key Words: Risk management, Agriculture, Crop yield variability

1. はじめに

農業は自然災害など様々なリスクに直面している。特に長期予測の難しい気候条件に強く依存していることから、農業生産は工業生産に比較して変動性が大きい。農業経営におけるリスクは大きく分けて以下の 8 つに分類される：(1) 販売価格の変動によって収益が変動する価格リスク、(2) 天候の影響などによって作物の収量が変動する収量リスク、(3) 労働者の病気・ケガ等によって生産に影響を与える人的リスク、(4) 資金繰りの悪化によって経営が立ち行かなくなる財務リスク、(5) 農薬の規制の変更等によって生産に影響を与える制度上のリスク、(6) 新たに導入した農業技術がうまくいかないなどの技術の陳腐化リスク、(7) 農機具の故障などによって生産に影響を与える財物リスク、(8) 契約不履行・交通事故・農薬残留基準の超過等による損害賠償リスク (前川 2007)。

このうち、収量変動に関するリスクマネジメントの手法として、以下の 5 種類が挙げられる：(1) 高温・低温等に対処するリスク低減栽培技術の導入、(2) 高温・低温等に耐性のある品種の導入、(3) 複数作物の栽培によるリスクの分散、(4)

気候条件の異なる土地での栽培によるリスクの分散、(5) 保険・共済によるリスクの移転 (天野 1999)。

作物や圃場立地の分散によってリスクを低減するためには、まず各地域・各作物の収量変動リスクを定量的に解析することが不可欠である。ところが、これまでに地域や作物を限定した事例研究は多数存在するものの、大規模な統計データを用いた網羅的な解析事例はこれまで行われてきていない。よって、農家が自分の地域・自分の栽培している作物のリスクを知りたい場合の情報整備が不足している状況である。

そこで本研究では、農林水産省による作物統計の長期データを用いて、47 都道府県における 191 作物の収量変動リスクを定量的に解析した。さらにこの結果を用いて作物や都道府県の分散によるリスク低減効果の試算例を示す。

2. 方法

2. 1. 作物統計のデータ収集

統計ソフト R を用いて e-stat API を利用し、農林水産省の作物統計データを収集した。統計表は 50 種類あり、それぞれ 1 種類以上の品目を含んで

* 農研機構 農業環境変動研究センター (Institute for Agro-Environmental Sciences, NARO)

いる。それぞれの統計表から作付面積や収穫量などのデータ種類のコード、品目コード、都道府県コード、年コードなどを指定してデータをリクエストすることでデータを取得することができる。47 都道府県×191 作物×過去40 年分のデータを整理した。

2. 2. 収量変動係数の解析

収穫量を作付面積で除することで10aあたりの収穫量(収量)を計算した。さらに、各年の収量を平年収量で除することで、平年を100とした作況指数を計算した。平年収量は、品種や農業技術の向上、気候変動などによって長期的に変動するものであり、水稲の場合と水稲以外の場合で異なる手法で計算した。水稲の場合は、収量を目的変数、年と夏の気温(月毎の平均気温の最大値)を説明変数として一般化加法モデルにより計算した。水稲以外の場合は当該年より過去10年の収量の平均値を平年収量とした。1990年以降の作況指数のばらつきの大きさとして標準偏差を計算し、これを収量変動係数とした。

収量変動係数が大きい(平年収量からの差が大きい)ということは、見込まれる収量が得られない確率が高いということであり、これを収量変動リスクが高いとみなす。よって本研究では、この収量変動係数をリスクの指標とした。

2. 3. 作物・都道府県の組み合わせによるリスク分散

作況指数の年変動パターンが類似している作物同士は、両者が同時に豊作や不作になる確率が高く、複数作物によるリスク分散効果が低いと考えられる。逆に年変動パターンが逆の作物同士を組み合わせると、リスク分散効果を得ることができる。これを実際のデータで検証を試みた。また、圃場立地の分散効果についても、同一作物を異なる都道府県で栽培した場合のリスク分散効果を同様に解析した。

具体的には、作物間/都道府県間での作況指数の相関係数を計算し、相関がないもしくは逆相関する2作物/2都道府県を選択し、組み合わせ栽培の割合を変化させた場合の収量変動係数の変化の度合いを解析した。

3. 結果と考察

3. 1. 収量変動係数

47 都道府県×191 作物の収量変動係数を計算し、全国平均値のトップ5(低リスク)とワースト5(高リスク)の作物を表1に示す。ほうれんそうを始めとした葉菜類は栽培期間が短いため収量変動が低い傾向が見られた。逆に、鉢もの等の花きは全般的に収量変動が大きい傾向が見られた。他には果物類や麦・豆類も全体的に収量変動が大きい傾向であった。

水稲の収量変動係数は全国平均値で6.8であった。±収量変動係数×2までを想定内の変動とみなすと、水稲の場合は作況指数(平年が100)で86.4~113.6の変動が見込まれることになる。

表 1. 収量変動係数の全国(47 都道府県)平均値と全国標準偏差

作物名	全国平均値	全国標準偏差
トップ5		
冬春ほうれんそう	3.2	1.7
その他ねぎ	4.1	2.7
みつば	4.3	2.9
しゅんぎく	4.4	1.9
青刈りえん麦	4.7	3.2
ワースト5		
おうとう	37.9	34.1
そば	32.9	20.6
球根類_グラジオラス	32.8	17.9
鉢もの類_花木類	32.6	16.2
鉢もの類_きく	28.1	15.7

3. 2. 作況指数の年変動パターン

作況指数の年変動パターンの類似度合いを示すため、水稲との相関係数を計算し、全国平均値のトップ5(水稲と類似)とワースト5(水稲と逆相関)の作物を表2に示す。穀類や豆類は相関係数が高く、水稲と類似した年変動パターンを示した。逆に、花き類や果物が水稲と逆相関を示すものが多い傾向が見られた。なお、正の相関を示したものは144作物、負の相関を示したものは43作物であった。

3. 3. ハイリスク・ハイリターン度

収量変動係数の都道府県間の差について解析を行った。収量変動係数が大きい都道府県ほど収量が高い(両者の相関係数が高い)場合、ハイリスクハイリターンな作物であるとみなすことができ、

表 2. 水稻との相関係数の全国（47 都道府県）平均値と全国標準偏差

作物名	全国平均値	全国標準偏差
トップ5		
らっかせい	0.62	0.23
小豆	0.61	0.27
れんこん	0.52	0.34
かんしょ	0.52	0.24
すいか	0.51	0.28
ワースト5		
球根類_グラジオラス	-0.23	0.38
その他さといも	-0.22	0.20
冬春ほうれんそう	-0.19	0.41
みかん_普通温州	-0.17	0.27
みかん	-0.16	0.34

表 3. ハイリスク・ハイリターン度

作物名	ハイリスク・ ハイリターン度
トップ5	
鉢もの類_シクラメン	0.61
にんにく	0.52
球根類_アイリス	0.46
鉢もの類_ベゴニア類	0.44
いちご	0.38
ワースト5	
球根類_チューリップ	-0.96
りんご_北斗	-0.87
ふき	-0.86
みかん_早生温州	-0.78
ハウスみかん	-0.78
おうとう	-0.71

逆に収量変動係数の小さい都道府県ほど収量が高い（両者の相関係数が低い）場合、ローリスクハイリターンな作物であるとみなすことができる。よって、この収量変動係数と収量の相関係数をハイリスクハイリターン度とみなし、トップ 5（ハイリスクハイリターン）とワースト 5（ローリスクハイリターン）の作物を表 3 に示す。根菜類はハイリスクハイリターンの傾向が見られ、果物はローリスクハイリターンの傾向が見られた。正の相関を示したものは 51 作物、負の相関を示したものは 132 作物と、ローリスクハイリターンの作物

の方が多かった。ローリスクハイリターンのものが多い理由として、その地域でその作物の栽培にどれだけ力を入れているかが、作物の安定性と収量の両方に影響しているためと考えられた。

3. 4. 作物・都道府県の組み合わせによるリスク分散効果

茨城県におけるばれいしょとミニトマトの組み合わせによるリスク分散効果を例として示す。ばれいしょとミニトマトの収量変動リスク（変動係数）はそれぞれ 6.9, 8.0 である（図 1A）。ただし、両者の相関係数は-0.30 であり、逆相関の傾向が見られる（図 1B）。両者を組み合わせて栽培した場合、ばれいしょ 60%、ミニトマト 40%の割合で栽培した場合に変動係数は 4.4 となり、それぞれを単独で栽培した場合よりも低くなった（図 1C）。

次に、茨城県と隣接する福島県におけるばれいしょの圃場分散によるリスク分散効果を例として示す。茨城県と福島県におけるばれいしょの収量変動リスク（変動係数）はそれぞれ 7.2, 5.5 である（図 2A）。ただし、両者の相関係数は-0.01 であり、ほぼ無相関である（図 2B）。2 県で圃場を分散して栽培した場合、茨城県で 40%、福島県で 60%の割合で栽培した場合に変動係数は 4.4 となり、それぞれの県で単独で栽培した場合よりも低くなった（図 2C）。これは、必ずしも逆相関していなくてもリスク分散効果が得られることを意味している。

参考文献

- 天野哲郎 (1999) 農業経営のリスクマネジメント—畑作・露地野菜作経営を対象として—。農林水産省農業研究センター
- 前川寛 (2007) 農家のためのリスクマネジメント。家の光協会
- 農林水産省 作物統計。

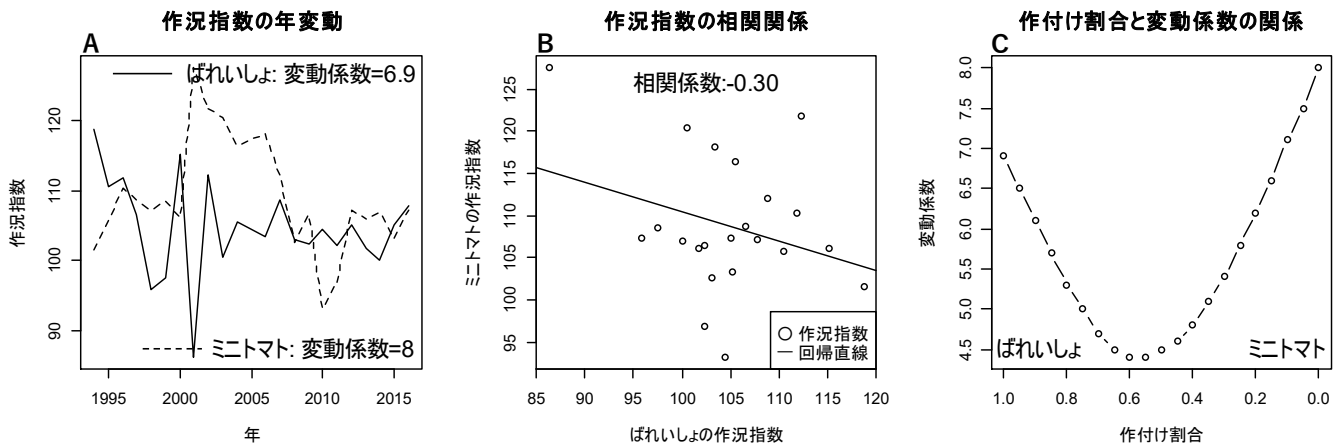


図1. 茨城県におけるばれいしょとミニトマトの組み合わせによるリスク分散効果

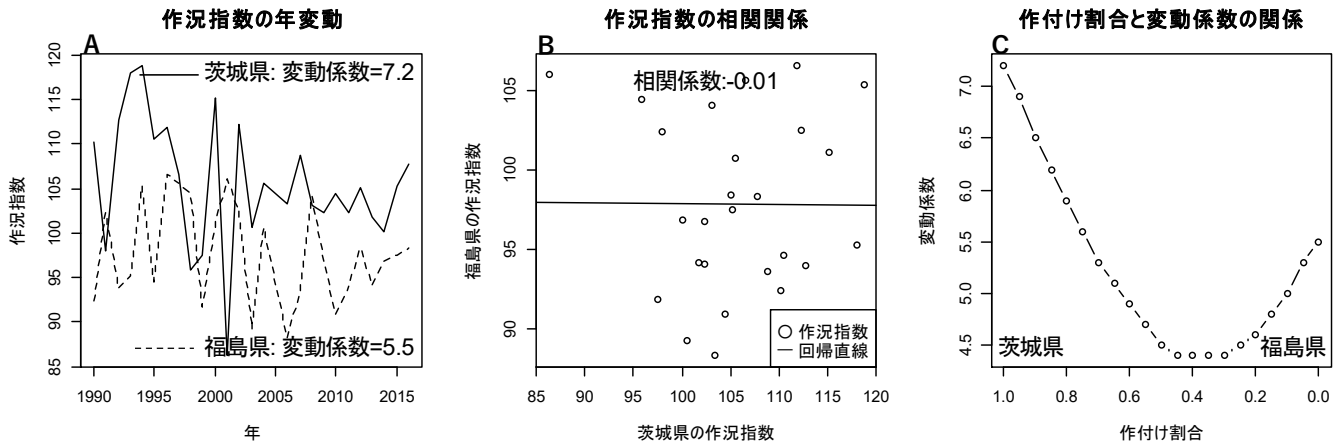


図2. 茨城県と福島県におけるばれいしょの立地分散によるリスク分散効果