



Title	南オーストラリア州における1エーカーあたり小麦収量の年々変動の地域差
Author(s)	岩崎, 一孝
Citation	北海道大学人文科学論集, 24, 1-16
Issue Date	1986-03-17
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/34384
Type	bulletin (article)
File Information	24_PL1-16.pdf



[Instructions for use](#)

南オーストラリア州における1エーカー

あたり小麦収量の年々変動の地域差

岩 崎 一 孝

1. は じ め に

オーストラリア大陸は、その大部分が乾燥地域、あるいは半乾燥地域で占められており、世界一乾燥した大陸と呼ばれている(岩崎, 1983)。オーストラリアの開拓の歴史は、その厳しい自然環境との闘いの歴史としてとらえうる一面を持つ。

オーストラリアの開拓は、当初、シドニー、メルボルン周辺など、オーストラリアでも比較的湿潤な地域から進められていった。移住した農民は、ヨーロッパ型の開拓方法をそのままオーストラリアに適用した。湿潤地域では、その開拓方法が一定の成功をおさめ、ヨーロッパ型の景観がオーストラリアにも出現することになった。(Williams, 1974)。

ヨーロッパからの移民の開拓前線は、19世紀後半には半乾燥地域に達した。半乾燥地域においても、ヨーロッパ型の開発方法が、画一的に適用された。その結果、許容限度を遙かに超えたインパクトが土地に与えられた。そして、土壌侵食、ガリー侵食、塩類集積、砂丘の再活動などの大規模環境変化現象が発生してしまった(Toya *et al.*, 1985)。そして、多くの耕地が不毛化し、放棄される結果となった。

この耕地の放棄は、1920年代から1940年代の半ばにかけて集中した(Katahira, 1985)。この原因として、従来以下のことが考えられてきた(Land Conservation Council, 1974; Jeans, 1977; Williams, 1978)。

- 1) もともとオーストラリアの半乾燥地域は農牧業にとって必ずしも恵まれた環境ではない。移住農民は、この地域の土地条件をまったく考慮しない開拓方法を用いて農地を広げ、かつ農法もヨーロッパの農法を画一的に導入してしまった。
- 2) 土地条件の特に悪い地域が開拓されはじめたのが1910年代であり、この結果、1920年代よりこれらの地域を中心として、土地の不毛化が進んでしまった。
- 3) 1940年代以降、土地条件に見合った農法が採用され、土地の不毛化を食い止めることができるようになった。

つまり、従来の考え方に従えば、自然環境条件はいつの時代でも一定不変であり、人間の自然環境への対応の時間的変化が、土地の不毛化の開始、増大、減少を生んだことになる。しかし、自然環境要素の一つである降水量の変動傾向を調べると、観測データの存在する150年の中でも、少雨が卓越した時期があれば、多雨が卓越した時代もあった(岩崎, 1984)。

20世紀前半、とりわけ1920年代から1940年代半ばにかけては、非常に少雨な年が多発した時期であり、かんばつが頻発した時期であった(岩崎, 1984; Ohmori *et al.*, 1983)。

最近になってようやく、気候変動の人間活動への影響が注目されるようになり、20世紀前半の少雨期は、人間の活動にも大きな影響を与えたと考えられるようになった(Ward and Russell, 1980; Ralph, 1983)。

しかし、これらの研究では、州ごとのデータの比較が主であり、各州内での地域的差異にまで言及した研究はほとんどなかった。同じ州でも、気候環境条件は多様であり、気候変動の人間活動への影響にも地域差が存在すると考えられる。

そこで、本稿では、とりあえず入手できた小麦の1エーカーあたりの収量のデータを用いて、南オーストラリアにおける小麦の生産性の変動の地域的差異を明かしつつ、気候変動との関係を考察することを目的とする。

2. 研究の資料・方法

本稿では、Dunsdorfs and Dunsdorfs (1956) の Historical Statistics of the Australian Wheat Growing Industry を用いて、南オーストラリア州における小麦の1エーカーあたりの収量(単位、ブッシュル)の時間的空間的構造を明らかにする。

この資料には、小麦の1エーカーあたりの収量および耕作面積が、カウンティ¹⁾ごとに集計されて収められている。資料収集開始年は、カウンティごとに異なるが、収集終了年は1950年である。

小麦はオーストラリアの主要農産物の一つであり、その栽培地域の中心は年間降水量250 mmから500 mmの半乾燥地域にある(Jeans, 1977)。また、小麦栽培のための水の供給は、ほとんどの農場で雨水に頼っており、この状態は歴史的に変化していない²⁾。これらの理由から、小麦のデータは半乾燥地域における人間活動の歴史と気候変動との関係を考察するうえで、一つの重要な指標となると考えられる。

研究対象地域である南オーストラリア州は、ニューサウスウェールズ州、ヴィクトリア州、西オーストラリア州南部と並んだ小麦の主要生産地域であり、筆者の1980年の現地調査(Suzuki *et al.*, 1982)以来、気候変動の実態及びその人間活動への影響が明らかにされつつある(Taya *et al.*, 1985) 地域でもある。

小麦栽培地域は、南オーストラリア州南部に分布する(図1)。気候的にみれば、この地域は

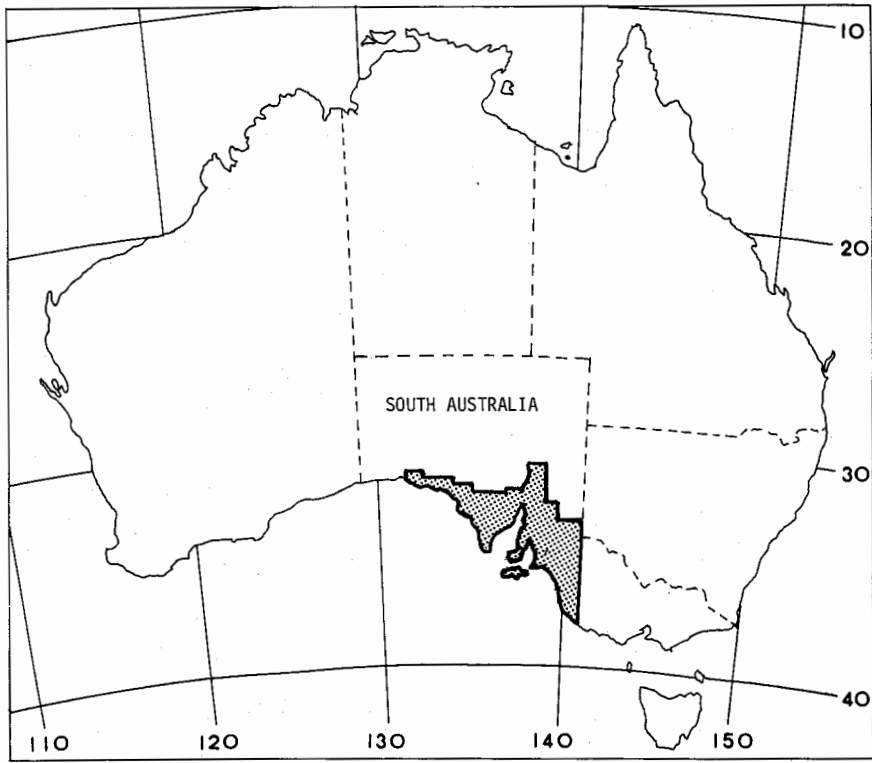


図1 研究対象地域

年間降水量が200 mm から250 mm 以上となっており、小麦栽培地域と気候帯とが、明瞭に対応していることがわかる(図2)。

上記の資料を用いて、小麦の1エーカーあたりの収量の年々の変動の地域性を明らかにする。1エーカーあたりの収量は、降水量の多少といった気候条件、土壌・地質といった土地条件、そして農法のよしあしといった農業技術などに制約され、地域的差異が生ずる。

1エーカーあたりの収量の空間的分布パターンについて、その出現状態が経年的にどの様に変動し、それがどの様な条件に支配されているかを明らかにするには、データ(地域)の数だけの次元を持った多次元時系列を取り扱う必要がある。しかしながら、実際問題として、次元の数(データの得られる地域数)が増大すればするほど、その解析は困難になる。この様な場合、多変量解析は有効である。

本稿では、柳町・柳町(1981)と同様に、多変量解析のうち、主成分分析を適用した。主成分分析は、相関のある多くの変数の持つ情報を、互いに無相関な少数個の主成分に要約することができる。そのため、複雑に関係しあった地域的事象の解明、あるいはそれに基づく地域区分には、主成分分析がしばしば適用されている。

使用した資料には、47地域(カウンティ)のデータが収録されている(図3)。この中で、最

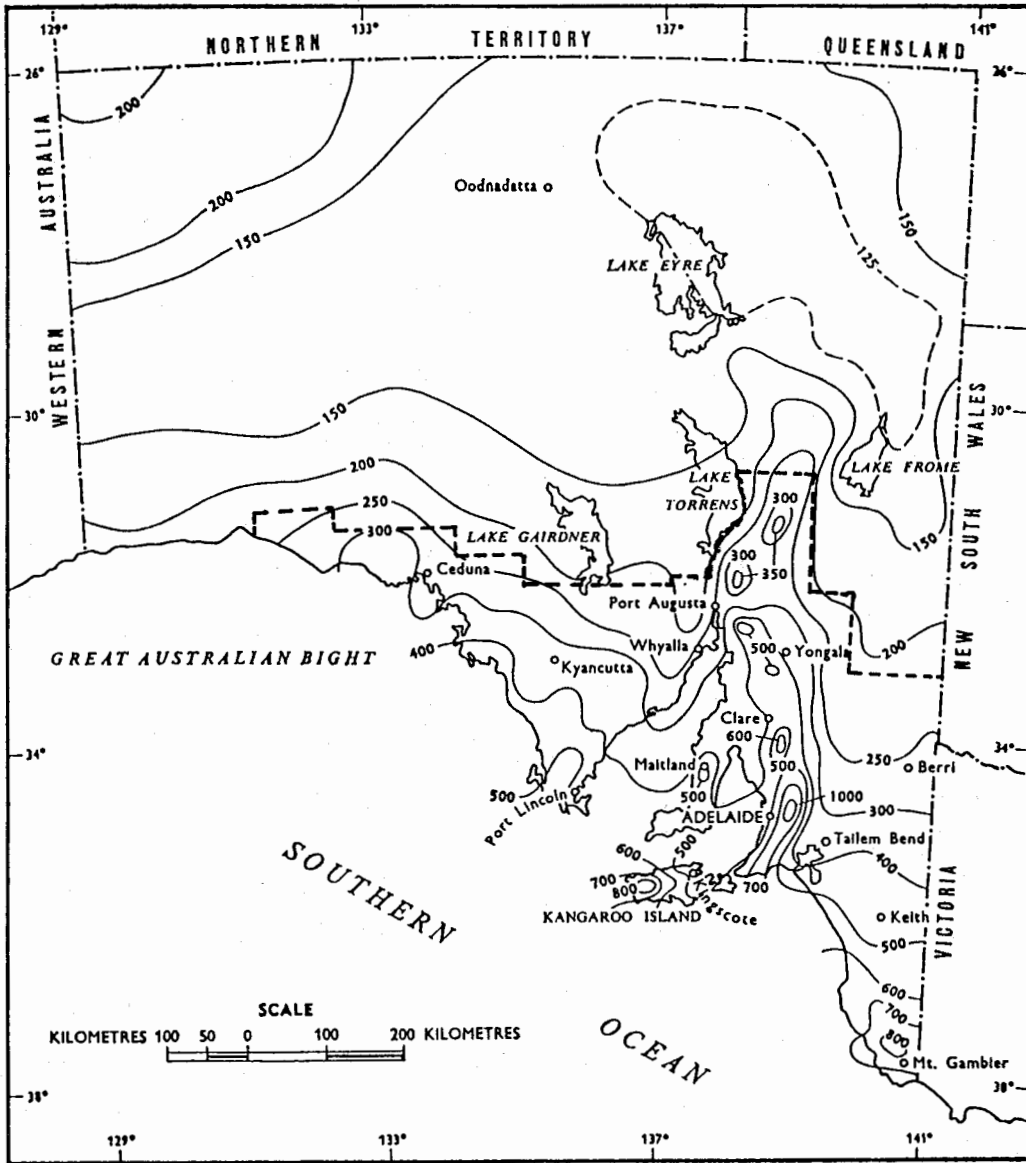


図2 南オーストラリア州の平均年降水量分布 (Bureau of Meteorology, 1977より)と研究対象地域

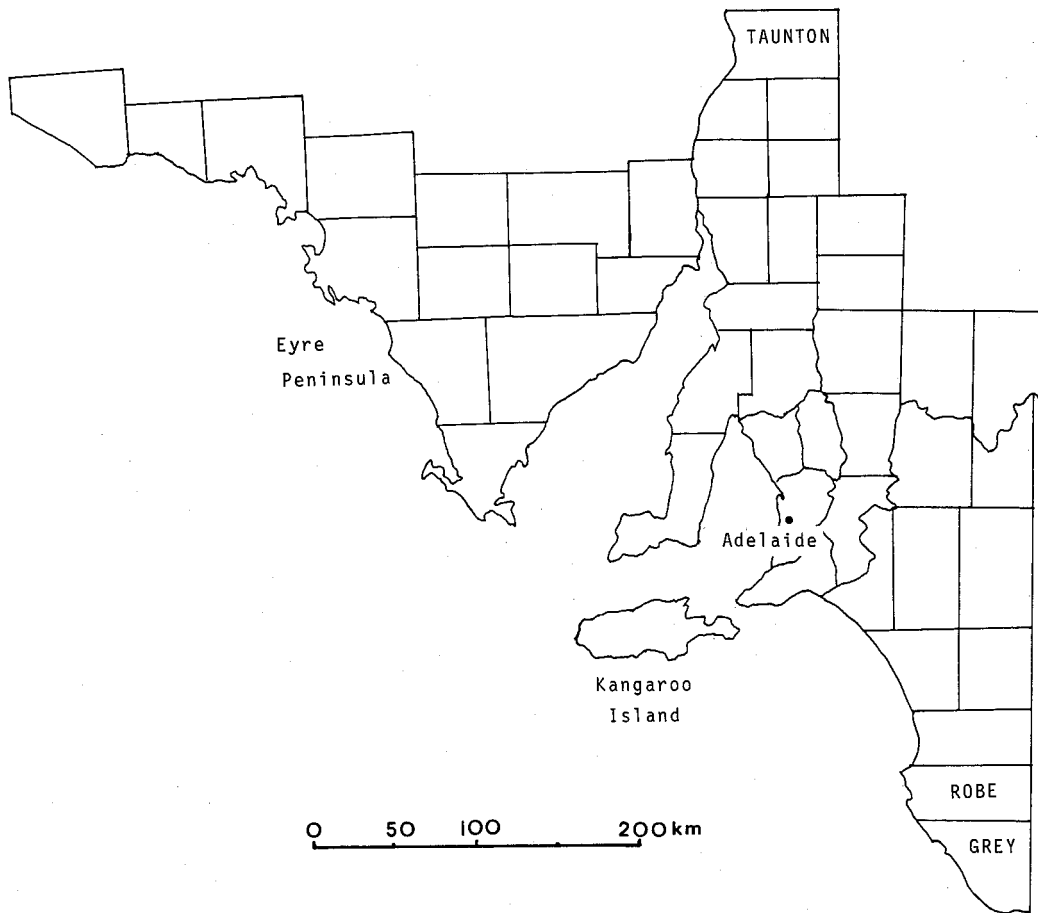


図3 南オーストラリア州の小麦栽培地域（カウンティ）の分布

北部の Taunton は、データ開始年も遅く、また 1910 年代なかばで耕作が中止されているので、主成分分析の対象から除外した。研究対象期間は、南オーストラリア州の小麦地域が全域的に開拓の進んだ 1896 年から収録最終年である 1950 年までの 55 年間とした。つまり、変数(地域数)が 46、年数が 55 であるから 46×55 のデータ行列について主成分分析を行った。規準化されたデータ行列に基づいて、 46×46 の相関行列を算出し、固有値と固有ベクトルを求めた。さらに各主成分の成分スコアの時系列を求めることによって、時間的変動の実態を明らかにした。これらの結果に基づいて、主成分の支配要因を考察するとともに、南オーストラリア州の小麦地帯の地域区分を行った。

3. 主成分の空間的パターンと時間的変動

表1に分析の結果得られた上位4成分の固有値と寄与率・累積寄与率を示す。これらから、上位4成分で全変動の約80%を説明できることがわかる。主成分としては、寄与率の特に高い第1, 第2成分が重要と考えられる。そこで本稿では、上位2成分に限定して議論を進めることにする。

COMPONENT	EIGENVALUE	PERCENT VARIANCE	CUMULATIVE VARIANCE
1	24.978	54.304	54.304
2	8.453	18.378	72.682
3	1.811	3.939	76.621
4	1.567	3.408	80.030

表1 上位4成分の固有値, 寄与率(%) および累積寄与率(%)

抽出された各成分を解釈するために、各成分の固有ベクトルの地理的分布図を作成した(図4~図5)。分析の対象にしたデータが、カウンティごとのデータであるため、等値線を用いた表現は困難である。そこで、46個の値を5段階に階級分けし、その階級ごとの分布を図示した。

第1成分は全域で正の符号となっている。この極大域は、研究対象地域のほぼ中央に位置している。一方、極小域は南オーストラリア州南端部およびエイア半島の北端の内陸部に分布する。

このように、第1成分は1エーカーあたりの収量を同符号に導く主成分であり、全域高収量型あるいは全域低収量型という変動パターンを説明する。上記の極大域はその変動が最も明瞭に現われる地域であり、極小域はほとんどその変動の影響を受けない地域とみなすことができる。

第2成分は、南部の地域と北部とで、符号の逆転するパターンになっている。しかし、絶対値の極大値は南端部の、RobeやGreyの正の偏差域に分布している。すなわち、この成分は南端部を中心とした局所的な変動を表現していると解釈できる。南端部が正の偏差を示すときは、北部では負になる傾向があり、またその逆に、南端部が負の偏差を示すときは、北部では正になる傾向がある。この成分は南オーストラリア州の小麦地帯の収量偏差分布に、地域差を生じさせる成分であると言える。

図6に第1, 第2成分のスコアの時系列を示す。第1成分の時系列をみると、1890年代から

1900年代にかけて、1910年代なかば、1930年代前半などに負の偏差が卓越した時期があることがわかる。長期的には、必ずしも明瞭な傾向が認められないと言える。また、第2成分の時系列をみると、前半は負の偏差が卓越しており、後半は正の偏差が卓越している。すなわち、負から正への明瞭な長期的傾向を読み取ることができる。

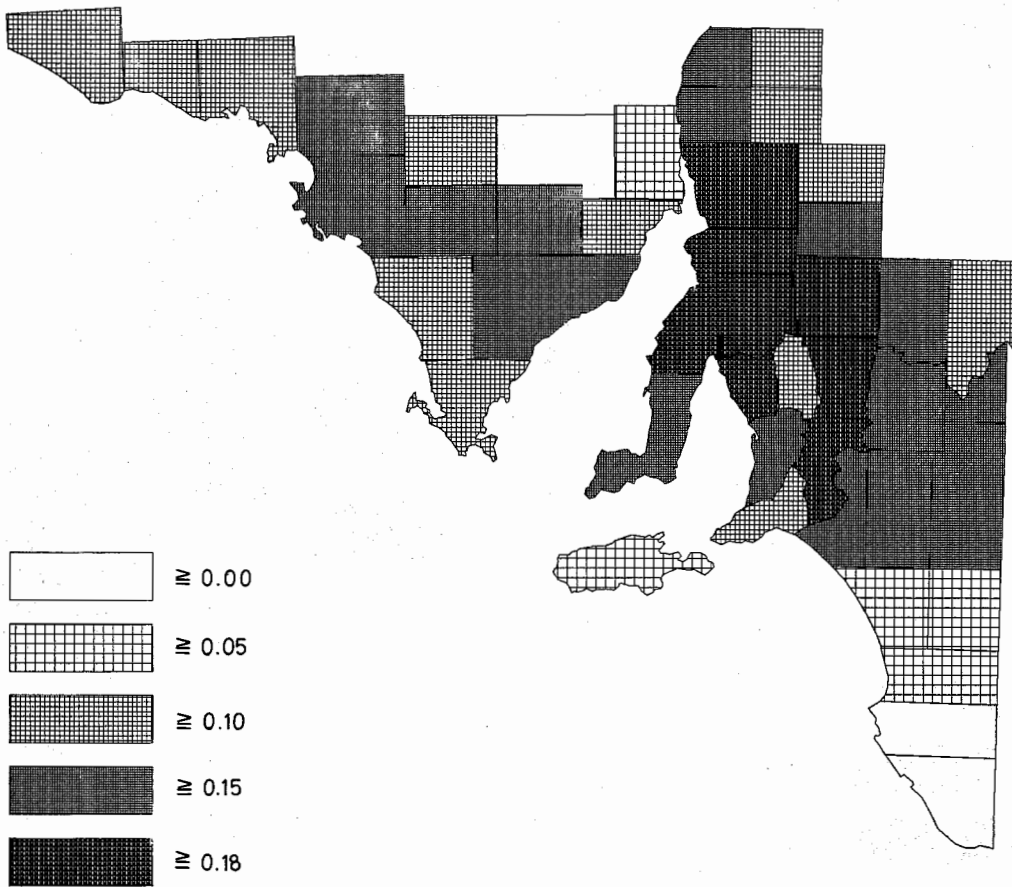


図4 固有ベクトルの分布 (第1成分)

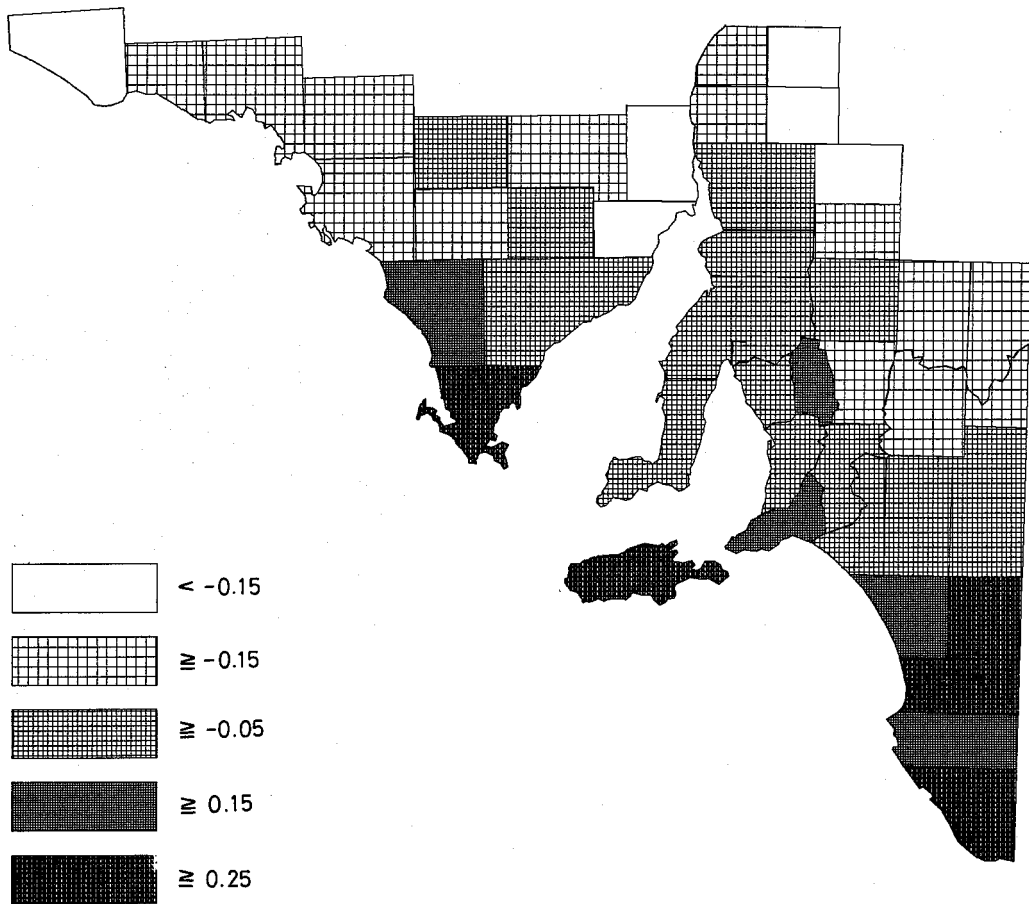


図5 固有ベクトルの分布 (第2成分)

南オーストラリア州における1エーカーあたりの小麦取量の年々変動の地域差

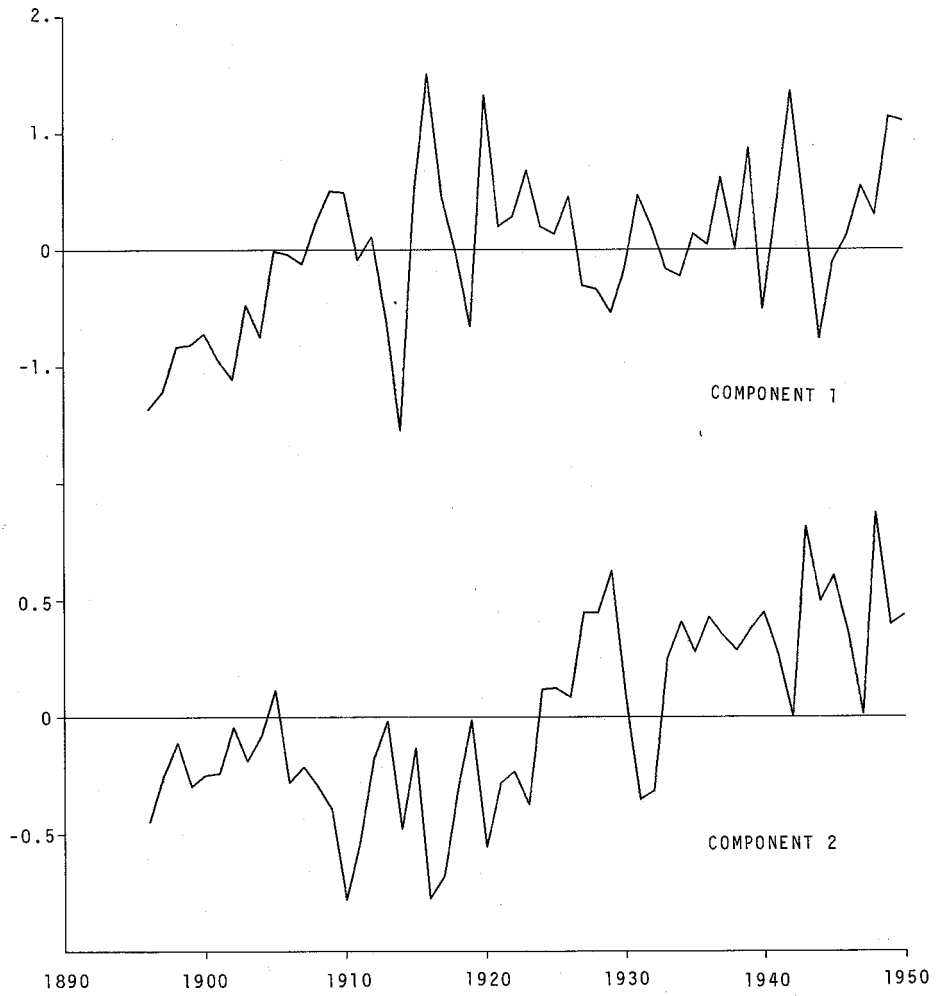


図6 主成分スコアの時系列
上：第1成分 下：第2成分

4. 主成分の持つ意味

抽出された主成分は、空間的にも時間的にも、ある程度の規則性を持って変動していることが明らかにされた。そこでこれらの成分の変動の要因について考察してみたい。

第1成分の空間的分布の特徴は、前述のように全域が正の同符号となっている点である。小麦の収穫量の変動は、降水量変動と相関の高いことが知られており（久保・谷，1982），小麦の1ヘクターあたりの収量も降水量変動と深い関係があると予想される。そこで岩崎（1984）の降水量データを用いて、第1成分の時系列と、各観測点の年降水量の時系列との相関係数を求め、その空間的分布を図示した（図7）。

相関係数0.6以上の高い相関を示す地域が、第1成分の変動中心地域を中心として認められる。すなわち、第1成分は、研究対象地域全体を支配するような広域的な降水量変動に起因した変動パターンであると解釈されよう。

次に第2成分について検討する。第2成分の地理的分布の特徴は、その絶対値の大きな地域が対象地域の南部にあること、また、南部と北部とで符号が逆転することにある。

まず、第1成分と同様、降水量変動との相関分布図を作成した（図8）。しかし、どの観測点

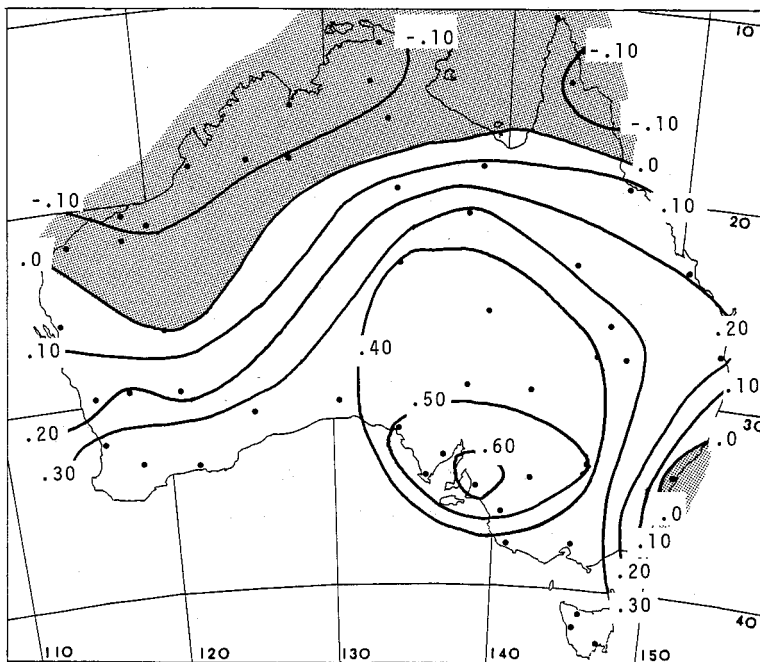


図7 第1成分と年降水量との同時相関図(1895-1950)，黒点は降水量観測地点を示す

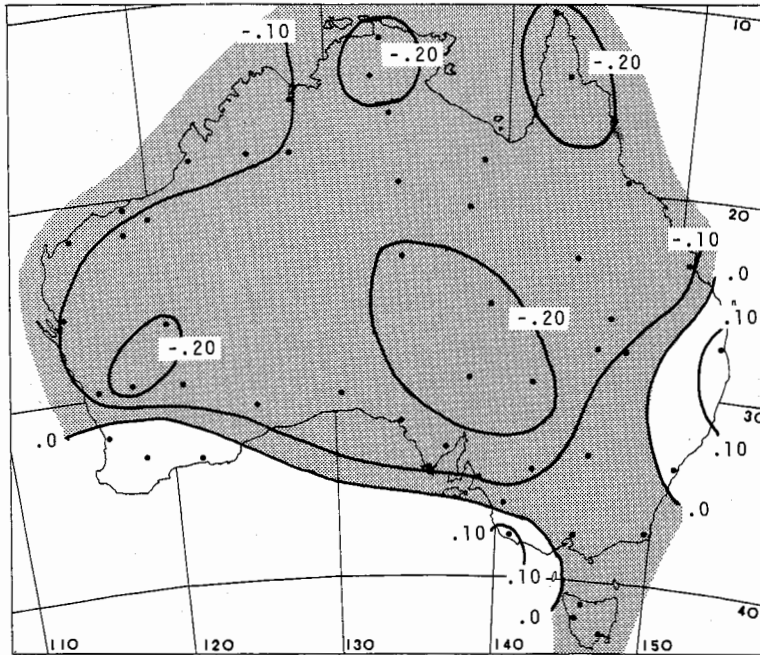


図8 第2成分と年降水量との同時相関図(1895-1950), 黒点は降水量観測地点を示す

をみても有意な相関は示されていない。降水量変動以外の要因に規定されていると予想される。

そこで、第2成分の変動の中心地域、つまり絶対値の大きな南部の地域の共通性について検討してみる。本稿で使用した資料には、1エーカーあたりの収量のほかに、小麦の栽培面積も収録されている。栽培面積のデータの特徴は、1エーカーあたりの収量の収録開始年よりさらに古くから、データが始まっていることである。他の資料(Williams, 1974)との対比から、栽培面積の収録開始年は、ほぼ小麦栽培開始年を示すと考えられる。この分布を図9に示す。第2成分の変動中心域は、共通して古く(1840年代, 1850年代)から開拓の進んでいた地域であることがわかる。古くから栽培が続けられており、何回もかんばつを受けていた。主成分分析開始年の1896年にはもう、ある程度かんばつに対する対処法も考案されていたと予想される。また図3から、この地域は小麦栽培地域の中では、比較的降水量が多い地域であり、降水量変動が直接、小麦の生産性に影響しにくい地域であると考えられる。

第2成分スコアの時系列を見ると、古い前半は負の年が卓越し、新しい後半は正の年が卓越している。つまり、第2成分の変動は降水量変動などの自然条件に起因しているわけではなく、小麦生産性の向上を目指した人間の努力など、人為的要因に大きく規定されていると解釈される。

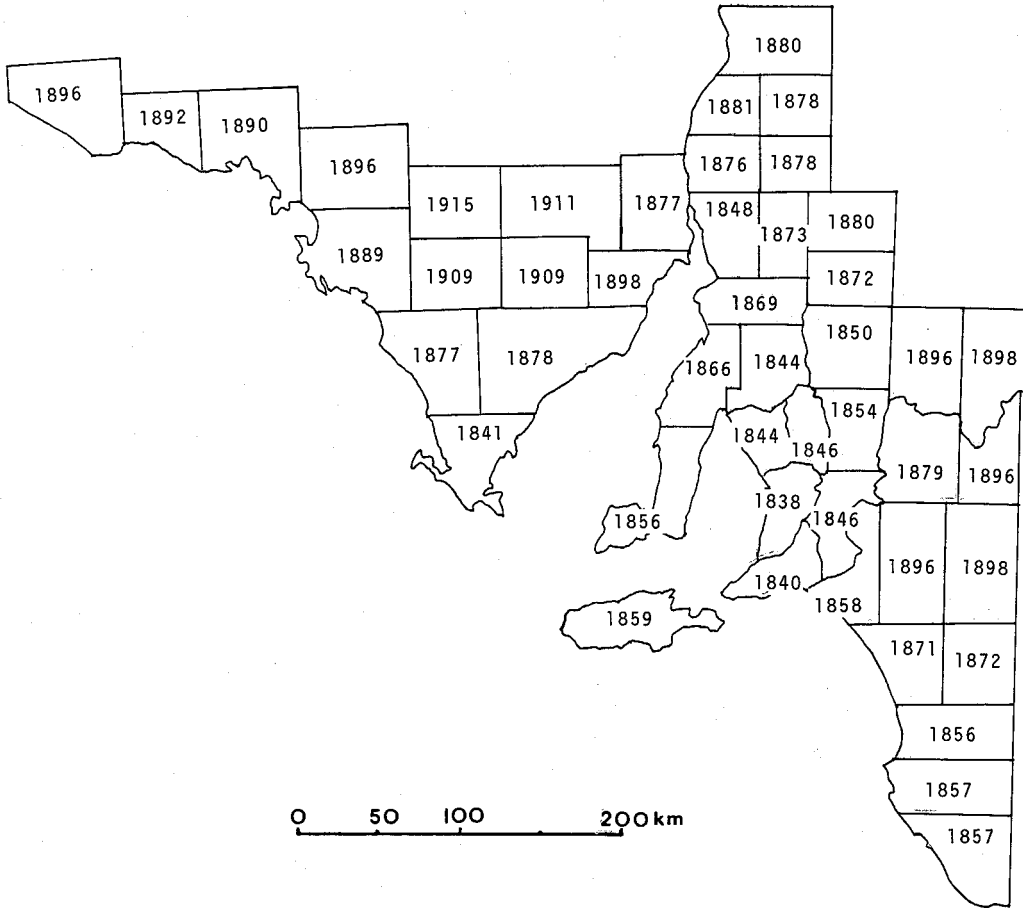


図9 小麦データ (Dundorfs and Dundorfs, 1956) に基づく各カウンティの栽培開始年

5. 主成分に基づく地域区分

これまでの分析から、南オーストラリア州における1エーカーあたりの小麦の収量の変動には、主要な2つの変動成分が存在することが明らかになった。すなわち、第一は全域を同時に支配する変動成分であり、全変動の54%あまりを占める。第二は、南部が中心となった局地的な変動であり、その説明率は18%ほどである。

各地域(カウンティ)の変動パターンは、第1成分により強く支配されているところもあれば、第2成分により強く支配されているところもある。そこで、この2成分の散布図をもとに地域区分を試みる(図10)。

図上で相互に距離の近い地点は類似の変動傾向を示し、距離が遠くなるほどその類似度は小

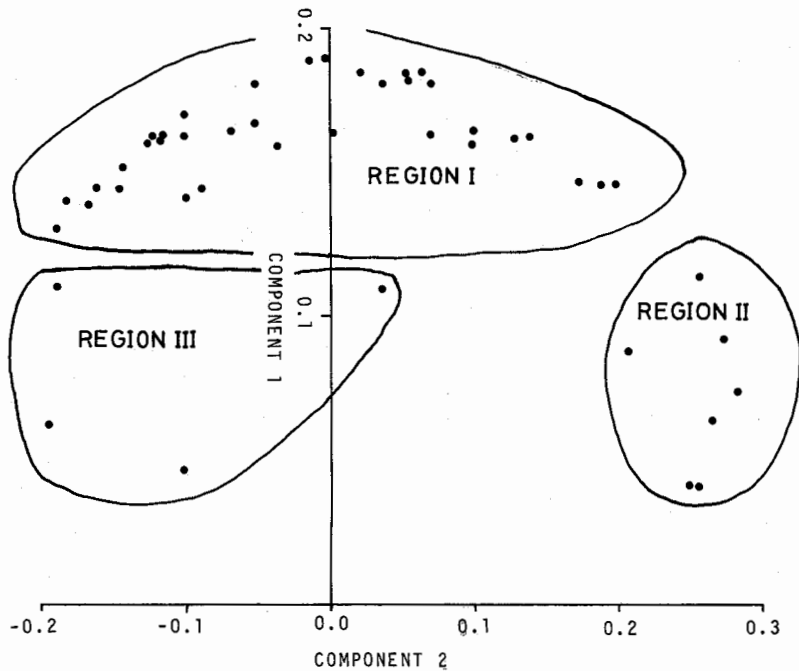


図10 固有ベクトル散布図

さくなる。縦軸に第1成分，横軸に第2成分を取り，相互の距離の大小に注目して，IからIIIまでの3つの地域に分類した。この結果を地図上に示したのが図11である。各地域の特徴をまとめると次のようになる。

地域I：研究対象のかなりの部分がこの地域に含まれる。変動パターンは主に第1成分に支配されており，小麦の生産性が降水量変動に強く影響される地域である。

地域II：エイア半島南部，カンガルー島を含む南部の地域であり，変動パターンは主に第2成分に支配されている。小麦の生産性は，降水量変動にあまり影響を受けず，むしろ人為的要素に起因した変動傾向を示す地域と言える。

地域III：北部の一部がこの地域に属する。変動パターンは，第1成分のパターンとも第2成分のパターンとも異なっており，局地性の非常に強い地域である。

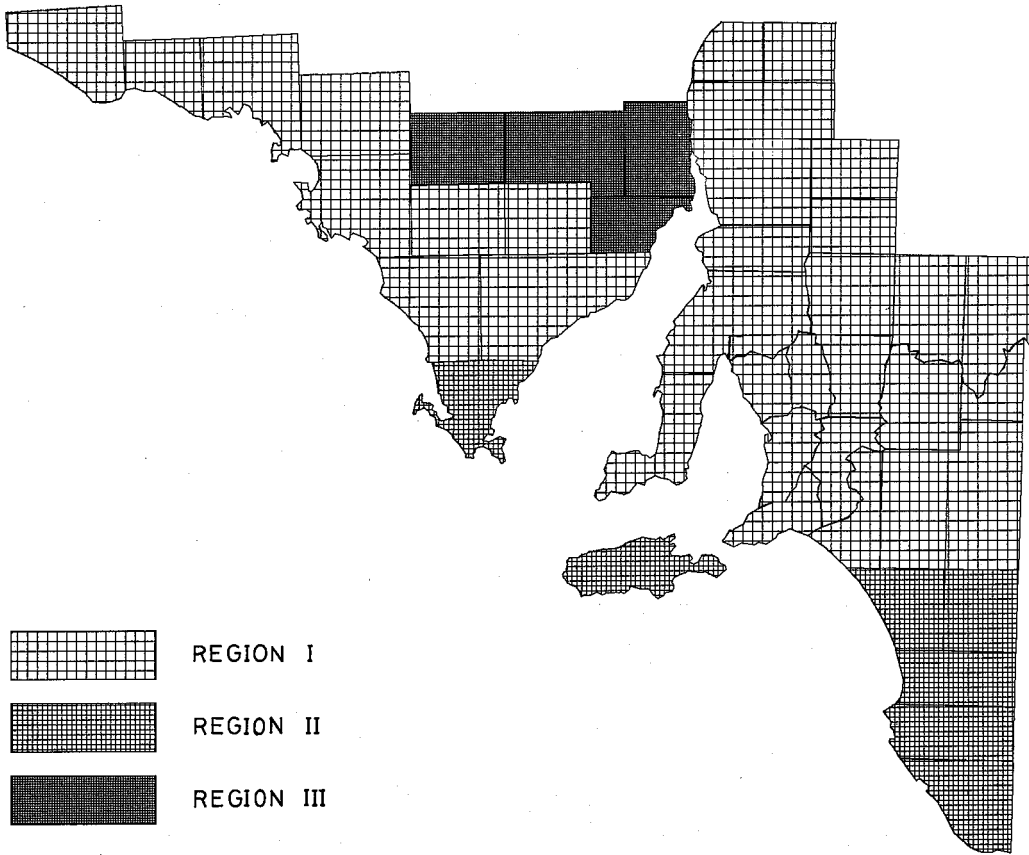


図11 1 エーカーあたりの収量の主成分分析に基づく地域区分

6. お わ り に

南オーストラリア州の1エーカーあたりの小麦収量の年々の変動には、広域的な降水量変動に支配される全域的な変動成分と、人為的要因に支配される局地的な変動成分とが寄与していることが明らかになった。小麦地帯の大部分の地域（カウンティ）は前者と類似した変動傾向を示す。すなわち、この地域の小麦生産性の変動は主に降水量変動に起因すると言える。しかし、後者と類似した変動傾向を示す地域が南部に存在する。つまり、この地域は降水量変動の影響をあまり強く受けない地域である。また、北部には、両者のどちらとも異なる変動傾向を示す地域も存在する。

人間活動と自然との関わりを考察するとき、人間活動に自然の影響が強く出る地域もあれば、自然の影響がほとんど出ない地域もあることを理解しておく必要がある。

謝 辞

本稿を作成するにあたり、北海道大学羽田野正隆助教授から常日頃より御助言を頂いた。また、立命館大学片平博文助教授からは貴重な御助言、御批判を頂いた。そして、三重大学谷内達助教授からは、重要な資料の提供を受けた。上記の方々から心から感謝の意を表したいと思います。

なお、本稿の計算は北海道大学大型計算機センターの HITAC M 680 H システムを用いて行った。

注

- 1) 地方自治体の最小単位であり、日本の市町村にあたるシティ (city)、シャイア (shire) が、いくつか集まってカウンティ (county) を形成している。カウンティは日本の郡にあたる。
- 2) 立命館大学文学部地理学教室片平博文助教授からの私信による。

文 献

- 岩崎一孝 (1983) : オーストラリアの気候 I—平均値からみたオーストラリアの気候地域—, 地理, 28-11, 85~93.
- 岩崎一孝 (1984) : オーストラリアにおける降水量変動の長期傾向の地域差. 地学雑誌, 93, 15~29.
- 久保祐雄・谷 信輝 (1977) : 『世界の食糧と異常気象』, 農林統計協会, 311ページ
- 柳町 治・柳町晴美 (1981) : 「水稻の10 a 当たりの収量」の時間的・空間的変動とその制約条件について, 新地理, 29-3, 1~9.
- Bureau of Meteorology (Australia) (1977) : Climate of South Australia. Bureau of Meteorology, Adelaide, 31 p.
- Dunsdorfs, E. and Dunsdorfs, L. (1956) : Historical Statistics of the Australian Wheat Growing Industry. University of Melbourne, 94 p.
- Jeans, D. N. (1977) : Australia—a geography—. Sydney University Press, Sydney, 571 p.
- Katahira, H. (1985) : Land use development in the Semi-arid region of Australia since the late 1800 s. In Toya, H., Takeuchi, K., Ohmori, H. (eds.) : Studies of Environmental Changes Due to Human Activities in the Semi-arid Regions of Australia, Dept. Geogr., Tokyo Metropol. Univ., Tokyo, 35-39.
- Land Conservation Council (1974) : Report on the Mallee study area. Victoria Government, Melbourne, 263 p
- Ohmori, H., Iwasaki, K. and Takeuchi, K. (1983) : Relationship between the recent dune activities and the rainfall fluctuations in the southern part of Australia. Geogr. Rev. Japan, 56, 131-150.
- Ralph, W. (1983) : Climatic change and Australian agriculture. Rural Research, 117, 4-8.
- Suzuki, M., Uesugi, Y., Endo, K., Ohmori, H., Takeuchi, K., and Iwasaki, K. (1982) : Studies on the Holocene and recent climatic fluctuations in Australia and New Zealand. Dept. Geogr.

- Univ. Tokyo, 166 p.
- Toya, H., Takeuchi, K., and Ohmori, H. (eds.) (1985) : Studies of Environment Changes Due to Human Activities in the Semi-arid Regions of Australia. Dept. of Geor. Tokyo Metropol. Univ., Tokyo, 317 p.
- Ward, W. T. and Russell, J. S. (1980) : Winds in southeast Queensland and rain in Australia and their possible long-term relationship with sunspot number. *Climatic Change*, **3**, 89~104.
- Williams, M. (1974) : the Making of the South Australian Landscape. Academic Press, London, 518 p.
- Williams, M. (1978) : Desertification and technological adjustment in the Murray Mallee of South Australia. *Search*, **9**, 265~268.