

兵庫県中野村坪刈記録にみる稲収量と気候の関係

齋藤 達夫

キーワード：中野村，坪刈記録，古気温，サンゴ，エルニーニョ，

太陽活動サイクル

1. 研究の目的と方法

農作物は太陽光，土壌，水，風などの気候環境変動や病害虫の被害を受けやすい。そして農業技術，灌漑施設，肥料，農薬等や農政などといった社会的な要因も，その収量に影響を及ぼす。

さて，地球温暖化の人的影響を考察する上で，過去にどのような気候変動が存在したのかをできるだけ正確に把握する必要がある。特に産業革命以降の18世紀後半から19世紀前半の気温変化をつかむことが重要であるといわれている。しかし，気温に関する記録データは100年程度しか残されていないため，これを補う方法として古気温復元が取り込まれ様々なプロキシ研究が行われている。

本研究では，約200年間続けられてきた中野村における稲の坪刈記録が過去の気候変動を知る手立てとなるのではないかと考え，そこで，坪刈記録に表れた稲の収量変化と，気候変動や社会的背景について分析・考察し，旧中野村のたどってきた歴史を考察することにした。

(1) 坪刈記録とは

江戸時代，米は単に食料を意味するだけでなく，その石高は富や社会的地位を象徴し，稲作は産業や経済の基盤であった。その年の年貢高は稲の収量に応じて決められていたために，算定の基準となる坪刈によってその年の収量を把握する必要があった。その算定方法が坪刈である。このように坪刈は幕府領主の強制的な課税作業として始められたのであるが，その後，生産高の予想や農業技術等の改良の参考にするために必要に応じて行われてきた（今井，1996）。坪刈とは農作物(主として稲)の収穫直前に一坪(1間四方，約3.3平方メートル)分に当たる面積の稲を刈取り，籾の状態に収量を量ることである。「極上と下々の分を除外し，上毛・中毛・下毛を平均した収量を元にして」（今井，1996）とあり，「村内水田における優等地の最高収量，あるいは劣等地の最低収量を得るために実施されたのではなく，地位と作柄の異なる坪刈田を設定し，ムラ（区）における稲作の中庸の出来具合すなわち標準生産量の算定をめざしたものである」とあり（佐藤，1987），平均収量を求めることを意図して行われていることがわかる。そして坪刈によって記録された帳面を「坪刈帳」・「坪刈記録」と呼び，坪刈が行われる田を坪刈田と呼んできた。

しかし，坪刈帳は他の行政文書に比べて記録を長期管理保存する習慣がない場合が多く，しかも紛失したり破棄されたりして今日まで残存しているものが極めて少ない。現在のところ，『日本の稲作の展開と構造』（佐藤常雄著）の中には宮崎，佐賀，山形，福島，京都，新潟，長野，山梨，静岡の各県にわずかに坪刈記録が残されるほか，農業記録としての篤農家個人による50年以上記録されているものが全国に7例が知られているだけである（佐藤，1987）。

(2) 中野村坪刈記録

旧中野村（現加古川市平岡町中野：図1.1左）の坪刈は現在もおおぼろげに同じ方法で継承

され、記録が加古川市平岡町中野水利組合に残されている。本研究に用いる『加古川市史 3 中野村刈記録』(今井修平編, 1996)は、1789年(寛政元)から1995年(平成7)まで207年分の稲の収穫量について記録されたものである。途中、寛政8年と明治11, 13, 14, 15, 16年は欠落し、享和元, 2, 3年と文化4年は坪刈が実施されなかったと思われ、年次の記載のみで内容が記載されていない。この10年分を除いて、残りの197年分について収量が記録されている。

気象の影響で凶作になったため坪刈が複数回行われている年が9年ある。本研究では坪刈が複数行われている年を含め、その年の上毛, 中毛, 下毛の記録が揃っている154年分について上毛, 中毛, 下毛のそれぞれの合計を坪刈田数で除し、作柄(上毛, 中毛, 下毛)ごとの容量(重量)を求めた。そしてその平均値を、その年の「平均容量」とした。大正以降の「平均重量」も同様に求めた。

しかし、作柄の記入がない42年分と、雲仙岳が噴火し、大凶作で坪刈が4回行われ作柄表記が異なる1792年(寛政4)については、その年の立会人が記録した平均収量である「記録容量」をデータとした。したがって「平均容量」が不明な年の「記録容量」をデータに加えて「昩容量」と表した。

作柄評価が最も高い大極上, 極上, 上々と記されている年は、江戸時代には48年間、明治以降は1957年(昭和32)まで80年間の計128年間ある。これらの記録に下下も合わせて記録されている年は、わずかに6年間の記録にとどまっている。6年間の内27年間記録されている豊作年(大豊作を含め)に下下があるのは、1844年(天保15)の1年だけで、後の5年は不作や凶作年要因が記録されている年である。坪刈記録に稲づくりの技術向上の目的や後世に伝承する気持ちが伺われる。

また、中野村坪刈記録には坪刈田の所在位置、稲の品種名、作柄、昩高(大正以降は重量も)、耕作者名、稲の株数、気象や病虫害の発生など収量に関する要因などについて精粗があるものの記録が続けられている(今井, 1996)。

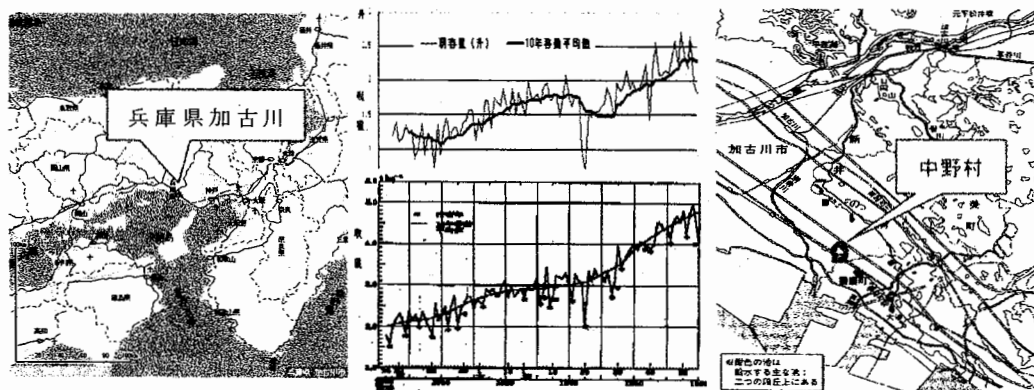


図 1.1

左 兵庫県加古川市地図

中上 中野村坪刈記録 昩容量 今井, (1996)より作図

中下 わが国の水稻収量の年次変化と冷害(岩切原図) 出展 岩切, (1982)より

右 新井用水と中野村 『今里傳兵衛と新井』より加筆

図 1.1 中に表した中野坪刈記録 昩容量とわが国の水稻収量の年次変化のグラフを比較

して推移の傾向が良く似ている。これから中野村坪刈記録が日本農業の生産統計として第一級の史料的な価値を持っていることがわかる。

(3) 新井用水について

今からちょうど 350 年前、一人の庄屋である今里傳兵衛の発案・計画によって新井用水の建設が 1655 年(明暦元)に着手され、翌年に完成している。新井用水は、加古川大堰から中野村に恵みの水を通し、播磨町古宮の大池までの全長 13.7 km を緩やかに流れる図 1.1 右。この間、標高差がわずかに約 7m という台地上での用水路建設には高度な土木技術が必要であった(播磨町郷土資料館 2006)。

近くを流れる喜瀬川は砂礫が多く、雨による表流水があっても直ぐに伏流するために水量が乏しくなる。しかも台地には砂礫層が堆積しているため地下水が低く、井戸の掘削には適さなかった。雨水を貯留するため池は計 16 池に及び、日本有数のため池群に頼る農業が行われていたが、新井用水完成後は農閑期に加古川から水をため池に導水・貯留し、稲作期間に利用できるようになった。その結果、恵みの水は関係 24 村の耕地約 300ha (兵庫県東播磨土地改良区, 2001) に 6900 石(播磨町郷土資料館, 2006) の稲を实らせるようになった。

1720 年(享保 5)年には 2 か月にわたって日照りが続き大凶作が起こったが、新井用水によって飢饉から免れることが出来たことに感謝し、傳兵衛の偉業をたたえる碑が現在の播磨南中学校校内に残されている。その後も幾度と無く旱魃見舞われるが、そのたびに飢饉から救われている。明治以降では 1924 年(大正 13)、1927 年(昭和 2)、1929 年(昭和 4)、1939 年(昭和 14)があり、坪刈記録に傳兵衛への感謝の気持ちが書かれている。特に昭和 14 年は大豊作であった。2006 年は新井用水開削 350 周年を記念して催し物が開かれ、「新井用水を守る会」が発足している。したがって、中野村にとって新井用水の存在が大きく、水が主な稲収量制限要因ではないと考えられる。

2. 気候変動資料としての検討

坪刈は田の作柄を 5 段階で評価し、あらかじめ目立てておいた田で一坪の稲を刈り取る。そして一番上の極上と一番下の下下を除き、残りの上毛、中毛、下毛の 3 段階の平均値を算定基準にしている。また、1 枚の田でも水の取入口は水温が低いので稲の成長に影響がでる場所である。日射量も畦側と田の中央では違う。

更に村の中でも様々な地質・地理的条件があるため、坪刈田の選定は非常に難しいと推測される。そのため坪刈田の選定にあたって稲の作柄を判断し、村全体の稲収量のばらつきを把握したうえで坪刈田を目立てる能力(眼力)が必要である。

こうした諸条件の違いがある中で、その年の坪刈田が選定されるわけであるが、ここでは①坪刈り記録に年貢減免を意図した操作がないか。②坪刈田の選定である目立てにあたって経験や勘が有効に働いているのか、この 2 点について検討したい。

(1) 操作について

中野坪刈記録は村人が自主的に共同作成したものである(今井, 1996)。そのため凶作年はもちろんのこと、平年作の場合でも年貢減免を意図した記録値操作が行われた可能性が危惧される。年貢軽減のための操作が習慣化されていたことも考えられるので、本論では、まず記録の妥当性と信頼性を確認するために以下の分析を行った。

検討方法として各年の坪刈記録を上毛、中毛、下毛にグループ分けをした。もし上記のような操作があれば、その数値に不自然さが出てくることが予想される。図 2.1 は上毛、中毛、下毛の収量(升)の推移を表したものである。このグラフからは、ほとんどが上中下

の順に並んでいるのかわかる。並んでいない、つまり上毛、中毛、下毛の評価とその値が異なっているのは6箇所（データの1.3%）だけである。

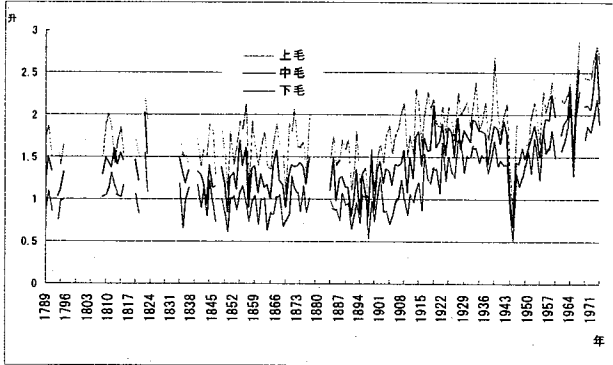


図 2.1

稲の作柄(上、中、下毛)の推移

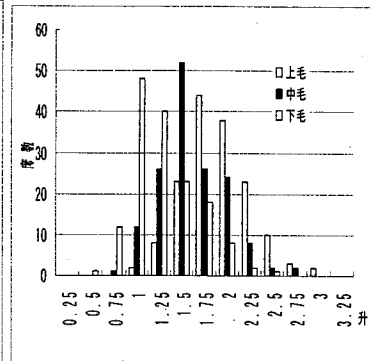


図 2.2

稲の作柄(上、中、下毛)の度数分布

図 2.2 は上毛、中毛、下毛の度数分布である。分布モードは収量の多いほうから順に上毛、中毛、下毛と並び、さらにそれぞれが正規分布曲線を描いているのがわかる。もし記録を意図的に操作していれば、もっと不自然な曲線を描くと考えられる。したがって坪刈記録の上毛、中毛、下毛の記録には年貢減免の意図的な操作はないといえる。

(2) 目立てについて

広い村の中から1筆を選び、更にその田の1坪を刈取り、年貢の算定規準を行う。村人にとっては重要な仕事であり、さまざまな思いを持って坪刈が行われてきたに違いない。立ち会った村人同士が納得できる「目立て」とはどの様にして行なわれてきたのであろうか。そこでまず坪刈記録からその精度について検討してみた。

表 2.1 は上毛、中毛、下毛のそれぞれ 154 年間におけるに作柄の平均収量をまとめたものである。上毛と中毛の差と中毛と下毛の差は約 20% であり、その幅はほぼ同じで、その誤差はわずかに 1.9% (約 50ml) である。江戸時代から近年にかけて、籾容量は約 2~2.5 倍に増加し変化しているにもかかわらず、上毛と中毛、中毛と下毛の差がほぼ一定の割合で推移してそれぞれの差がほぼ等しい。また、表 2.2 は上毛、中毛、下毛のそれぞれの相関関係を表しており、非常に高い相関を示しているのが分かる。

これから経験や勘によって作柄を識別する目は確かであり、さらに目立ての技術が代々受け継がれてきたことがわかる。稲を見る目の確かさが目立ての精度に表れ、その目は稲に対する慈しみに満ちている。ここに物づくりや人づくりに繋がるものを感じる。しかし、能率化や合理化によって農業の機械化が進んだ 1975 年以降は坪刈田の目立についての技術や坪刈自体の意味が変質したために、旧来の方法を採用しなくなっている。

表 2.1 稲の作柄(上、中、下毛)の差 表 2.2 作柄間の相関係数及び有意確立

作柄	上毛	中毛	下毛	作柄	相関係数	有意確立
容量(升)	1.78	1.49	1.16	上毛と中毛	0.90	1.10E-56
差(升)	0.29		0.33	中毛と下毛	0.90	1.10E-56
割合(%)※	19.8		21.7	上毛と下毛	0.83	2.24E-40

※割合は中毛を基準に (1789~1974年)

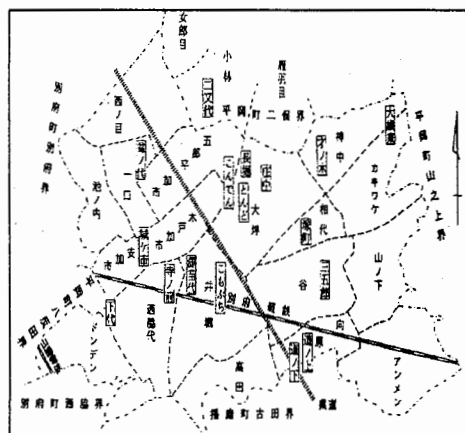
n = 154

(3) 村全体の作柄とばらつきを把握

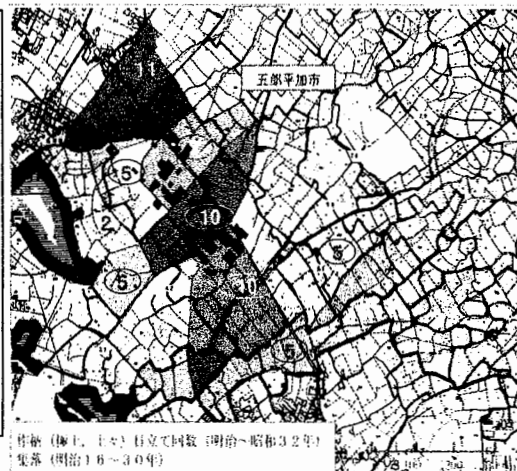
坪刈田の選定にあたって村全体の作柄を判断し、稲収量のばらつきを把握したうえで坪刈田を目立てる能力（眼力）が必要である。更に目立てについて次の点から考察する。

i. 作柄が極上（上々）となる地理的条件

その年に村の中で上々より作柄が良い極上（上々）と表し、田の字名と稲収量が記されている年がある。図 2.4 は字を明治～昭和 32 年までの作柄が極上（上々）の記録回数を記入し、回数で色分けしたものに明治中期の中野村集落を黒く書き加えたものである。



平岡町中野村字限図 □は史料に現われる田字名
 図 2.3 中野村地図
 回数(今井, 1996)より



特上(極上、上々)目立て回数(明治～昭和32年)
 集落(明治16～30年)
 図 2.4 中野村集落と字別作柄(特上、上々)
 と低地部(灰色)(国土地理院, 1963 測量)

作柄が極上（上々）田の地理的条件として1つ目は、集落を含む、あるいは集落の近くであることがわかる。その理由として集落の近くは稲作りに目が行き届く。また、人糞を肥料としていたことが考えられる。ところが、五郎平加市（7回）は集落の中心部にあるにもかかわらず隣接する西ノ目（11回）、木戸加市（10回）、井堀（10回）より回数が明らかに少なくなっている。同じことが、相代（4回）・大坪（4回）と谷（5回）などの地区にも言える。その理由として回数の少ない字は灰色の部分（周りの土地よりも少し低い谷）が少ないかあるいは無い。五郎平加市は周りよりやや土地が高くなっている。これより、地理的条件の2つ目は、周りの土地よりも低い。この理由として土壌の違いが考えられる。以上2つが作柄の極上（上々）となる地理的条件と考えられる。

ii. 作柄上毛と下毛の差から

(図 2.5) はグラフ A : 平均容量とグラフ B : (上毛-下毛) 差の推移である。B は明治以降 3 回の増加が見られる。1 回目は、在来農法から明治農法への移行期にあたる。明治農法とは、それまでの人力による浅耕・常時湿田・少肥から畜力耕・乾田・購入肥料施用の諸技術を導入し、生産を発展させるための農事変革のことである。つまり「乾田牛馬耕は明治農法の核心をなす。」(古島, 1983)。

しかし「初めて乾田牛馬耕を実施するには、土壌と肥料とに関する知識が事に重要であった。」(古島, 1983)。そして「多肥農法の形成は、日清戦争後あたりから中国大陸からの輸入大豆粕などの施用によって進められるが、多肥農法が定着してゆくのは第 1 次大戦

後（1920年ごろ）のことであった。」（暉峻，2003）。この明治後期におけるダイズの粕の普及が「この時期の水稻生産の増大をもたらした重要な要因であった。」（昭和農業技術発

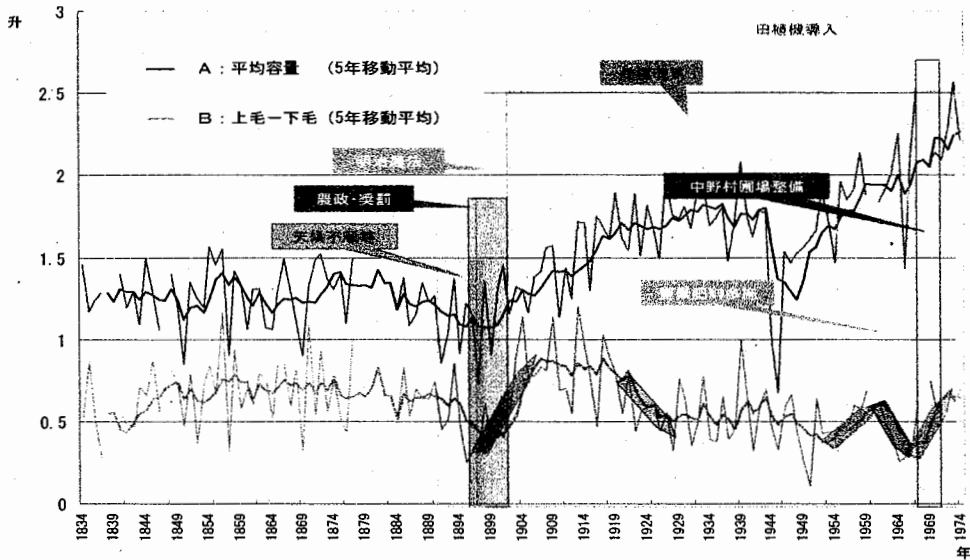


図 2.5
平均容量と(上毛ー下毛)差の推移と農業の時代背景

達史編纂委員会，1993)。

2回目は1955年(昭和30)頃からであり、第2次世界大戦後において窒素肥料多施が品種、植物防疫、土壌改良及び栽培法に多くの変革をもたらすようになった(吉田，1986)。しかし、窒素多施による栽培が確立するには地域の特性、時期など、施用法に知識や経験が必要であった。1966年(昭和41)には窒素の深層施用技術、追肥技術等施用技術が確立され、普及するようになった(文部科学省，昭和55年版科学技術白書)。

3回目は、1967年(昭和42)～1970年(昭和45)に圃場整備が行われことである。1973年(昭和48)には田植え機が多数導入され、機械移植栽培は省力だけでなく、増収技術として体系付けられ(農林水産省農林水産技術会議事務局 昭和農業技術発達史編纂委員会編，1993)，中野村にも機械化の波が押し寄せた。

グラフBは2回減少している。1回目は多肥農法が定着してゆく1920年ごろから、2回目は窒素の深層施用技術、追肥技術等施用技術が確立され、普及するようになった1966年(昭和41)にむかう時期である。

以上より、グラフBの(上毛ー下毛)の差は農業技術革新と農業政策が進められた時期に増加し、それらが高位平準化されて差が小さくなっていく。その間、収量は増加傾向を示す。差を作柄のばらつきと考えれば、目立てが稲の作柄を正確に判断するだけではないように思われる。

すなわち前述したように極上(上々)の地理的条件とその字、(上毛と下毛)の(上毛ー下毛)差の推移と時代背景の述べた関係は合理性を欠くものではなく、むしろ説明できると考える。したがって、村人の坪刈田の見立ては村全体の作柄におけるばらつきを把握した上に行われていると証明ができる可能性がある。

(4) 籾容量で籾重量

かつて米は石高（容量）で表されていたが、現在、国際的には農産物の収穫高は重量で表示するのが一般化し、米取引も重量で行われるようになった。そして、1912年（大正元）からは坪刈記録にも重量が記録されるようになった。しかし、記録として長年残されているのは容量である。そこで、容量を重量の代わりとして扱うことが出来るかを考察をする。

平均重量と平均容量の度数分布は共に正規分布している。また、容量（升）と重量（kg）の決定係数は高い。1912年（大正元）～1995年（平成7）の容量と重量の関係から、この間においては重量を容量で表すことが可能である。したがって、他の年においても容量を重量として表すことは可能である。

また、容量と重量の散布図のばらつきが小さいことから、品種の違いによる籾殻の厚さと籾の保有水分量の違い、測定時に葉や穂屑等が含まれるなどによる容量の誤差、籾の水分保有重量に対するばらつき、坪刈の技術的な問題による影響もないと思われる。これらから、計測には村人が細心の注意、手間をかけた実施されていたことが伺われる。

3. プロキシとしての有意性

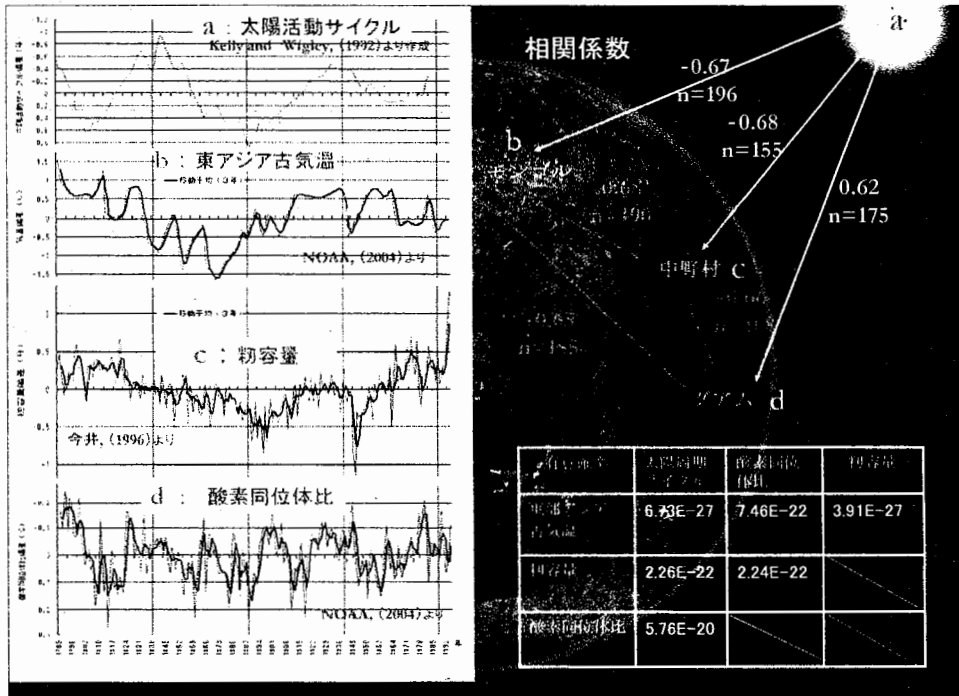


図 3.1

次に坪刈記録が古気温を推定するプロキシとして有意性があるかを検討する。方法として現在研究されているプロキシとしてまず、NOAA（米国海洋大気庁）Paleoclimatology Program and World Data, Center for Paleoclimatology, Boulder によって公開されている東アジア古気温（モンゴル・年輪）：Climate Over Past Millennia LAST UPDATE 12/2004 とグアムサンゴ（酸素同位体比）：Guam Coral Oxygen Isotope Data for 1790 to 2000: LAST UPDATE 7/2005 との関係、および木本（2005）によれば1坪の収量を株数で割った1株当たり稲収量と太陽活動サイクル変動との間に密接な関係を検討するために太陽活動との関係を考察する。

桜井（1995）は、「太陽活動サイクルの長短がどのように変わったかに注目すると太陽活動が分かる。太陽活発なサイクルでは一般的に周期が短くなる傾向があり、太陽活動の低かった期間では全体的に見て、太陽活動周期が長くなっている」としている。

図 3.1 の a：太陽活動サイクルを示したもので（Kelly and Wigley, 1992）大気圏に流入する太陽エネルギーは a から予想されるように長期変動すると考えられる。また、b：東部アジア古気温（モンゴル）、c：籾容量（中野村）、d：酸素同位体比（グアム）は 1789～1995 年の偏差グラフである。

また、図 3.1 の偏差グラフから a と b は年平均であり、c と d は 5～10 月の 6 ヶ月間の平均気温であるので、両者間には観測期間の違いはあるものの、全体的な傾向を見ることが出来る。200 年スケールでみると、a と d は周期的に振動しており、c と d は 1870～1890 年代にかけて気温が低下し、その後、上昇していることがわかる。その推移傾向は似ている。しかし、1780～1830 年代にかけては b・c と a・d の増減が逆になっている。この理由については解明すべき点として残されている。なお、c における 1955 年以降の急激な増加は農業技術変革による。

これらを地理的分布から考察をしてみると、太陽 a はアジア大陸 b と太平洋 d に熱エネルギーを与える。そして a, b, d という 3 者の影響を受ける日本には c 籾容量という結果がでてくる。したがって、太陽、大陸、海洋等の気候システムを解明するために中野坪刈記録は古気温のプロキシとして可能性があると考えられる。

なお、はずれ値は東部アジア古気温では無い。グアムでは大規模噴火後の 2 年間は造礁サンゴに記録された酸素同位体比が低下している（Asami *et al*, 2005）ので、本研究では大規模噴火の影響が表れた 1808 年（文化 5）～1823 年（文政 6）、1832 年（天保 3）、1884 年（明治 17）、1918 年（大正 7）、1965 年（昭和 40）、1992 年（平成 4）の計 21 年とした。籾容量は 7 年（表 3.1）に台風・暴風・害虫による被害年の 24 年（今井, 1996）とした。各関係におけるはずれ値を（表 3.2）に示す。

そして、相関係数をそれぞれの間で求めたものを右上に示した。いずれも高い相関が見られた。有意確立は右下の表でいずれも 1%以下で有意である。

したがって他のプロキシの推移と相関係数を比較したところ、籾容量はプロキシとしての有意性があると考えられる。

表 3.1 籾容量のはずれ値として扱った年とその要因

年	不作・凶作要因（中野坪刈記録）	籾容量（升）
1792 年（寛政 4）	雲仙岳大噴火（大凶作）	0.95
1894 年（明治 27）	明治農法への移行期（大風）	0.91
1896 年（明治 29）	明治農法への移行期（浸水・被害大）	1.15
1897 年（明治 30）	明治農法への移行期（ウンカ・大不作）	0.73
1899 年（明治 32）	明治農法への移行期（度々暴風）	0.91
1944 年（昭和 19）	戦争による肥料等の不足（暴風）	1.01
1945 年（昭和 20）	戦争による肥料等の不足（大暴風、大雨）	0.68

表 3.2 各要因間ではずれ値

プロキシ	太陽周期サイクル	酸素同位体比	籾容量
東部アジア古気温	無し	火山活動	表 3.1
籾容量	表 3.1, 台風, 虫害等	表 3.1, 火山活動	
酸素同位体比	火山活動		

4. 初容量と気候の関係

(1) 初容量・酸素同位体比からエルニーニョとラニーニャ現象をみる

プロキシとして造礁サンゴから過去の古海洋・古気候データを得るために数多く研究が行われ、古水温の指標にされている。しかし、これまでの研究例は東～中央太平洋や南西太平洋域に限られていた。西太平洋暖水塊 (WPWP) から黒潮は中～高緯度域へ膨大な熱を伝達し、日本をはじめ全球的な気候変動に影響を及ぼす。また、WPWP の大きさや動きは ENSO の変動様式を決める重要な要素であり、全球の気候変動を知る上で重要であると考えられている (浅海ほか, 2005)。

大気-海洋系の気候システムは非常に複雑ではあるが、樹木の年輪などの陸域における古気候との比較によって中～高度域変動とのリンケージが明確になり、全球スケールの気候変動の解明に大きく貢献するものと期待されている (浅海ほか, 2006)。

そこで、初容量・酸素同位体比を用いてエルニーニョとラニーニャ現象 (気象影響・利用研究会, 1999) をみることを試みた。図 4.1 は初容量と酸素同位体比の推移のグラフにエルニーニョとラニーニャ年を押し、酸素同位体比の変化からレジームシフトと見られる 1900 年 (明治 33) 以降を 1900 年 (明治 33) ~1919 年 (大正 8), 1920 年 (大正 9) ~1945 年 (昭和 20), 1946 年 (昭和 21) ~1969 年 (昭和 44), 1970 年 (昭和 45) ~1995 年 (平成 7) と約 20 年の幅で 4 期に分けた。図 4.2 の散布図はエルニーニョとラニーニャ年に分け、この 4 期についてそれぞれの期間で相関係数を求めた。

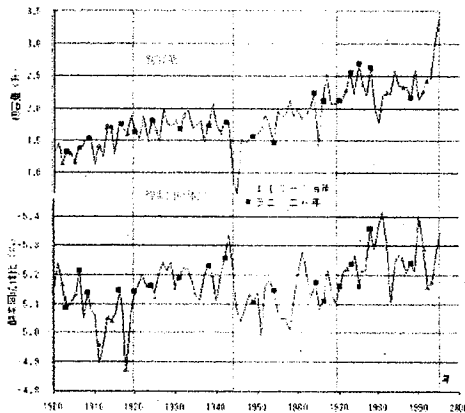


図 4.1

上 初容量の推移(1900~1995年)
下 酸素同位体比の推移(1900~1995年)

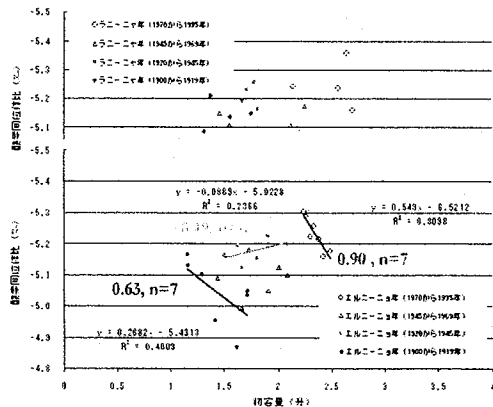


図 4.2

上 期間ごとのラニーニャ現象散布図
下 期間ごとのエルニーニョ現象散布

するとラニーニャ年には中以上の相関は見られない。エルニーニョ年に関しては 3 期, 特に 1970 年 (昭和 45) ~1995 年 (平成 7) には 0.90 と高い正の相関関係が認められ, t 検定によって 1% 水準で優位を示した ($n=7$)。また, 1900 年 (明治 33) ~1919 年 (大正 8) も相関係数 (0.63, $n=7$) が高い正の相関を示している。その近似直線が温暖化 (右上) 方向と逆 (右下) 方向に現れている。

以上から離れた 2 つの場所 (加古川市中野村とグアム島) における 2 つの生物抽出記録 (初容量と酸素同位体比) に表れたエルニーニョとラニーニャ現象をみると, 規模, 発生時期, 持続時期, 周期性は多様であるといわれているエルニーニョがタイプ分けと北半球における低緯度～中緯度にかけて気候レジームシフトの識別の可能性を指摘できる。

(2) 太陽活動との関係

図 4.3 それぞれの散布図 (1798~1984 年) に近似曲線 (2 次) を入れたものである。この図より太陽活動サイクルが短くなると初容量, 東アジア古気温, 酸素同位体比は気温の上昇方向に加速度的に伸びている。つまり, 太陽周期サイクルが短くなるほど太陽活動が活発になることを示し, 1955 年 (昭和 30) 以降の 30 年間の上昇分布は初容量が窒素肥料多施という農業技術変革によって急増していること, 海洋環境の変化が陸地の環境変化に比べて遅れることを考えても, 近年にない変化として特筆される。この変化が異常なのか, 単なる気候サイクルなのかを判断するために初容量という変数を用いるには, 坪刈記録を更に統計的に詳しく解析することが必要である。

また, 逆に初容量 (左上) と東アジア古気温 (右下) には太陽活動サイクルが長くなってもわずかに増加を示しているので, 稲や木の適応変化現象が考えられる。

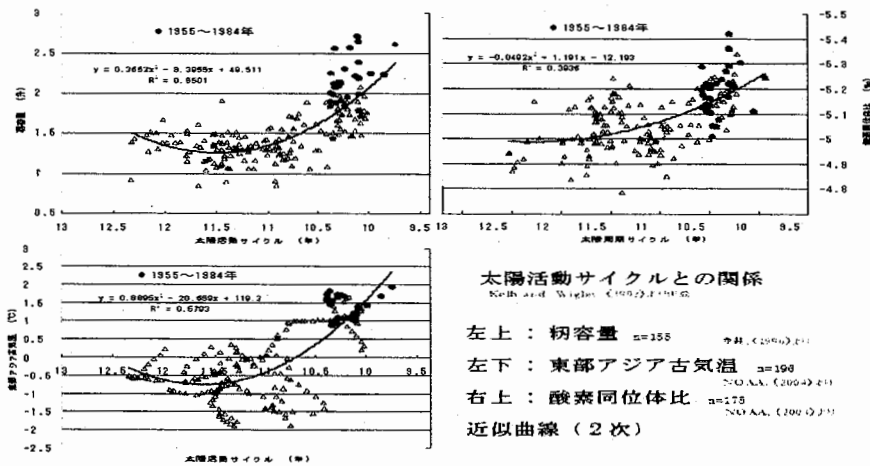


図 4.3

これらより古気温推測の精度を上げるには栽培法や適応変化現象などの要因を考慮した稲プロセスモデルの作成が必要である。

5. 稲プロセスモデルの作成へ

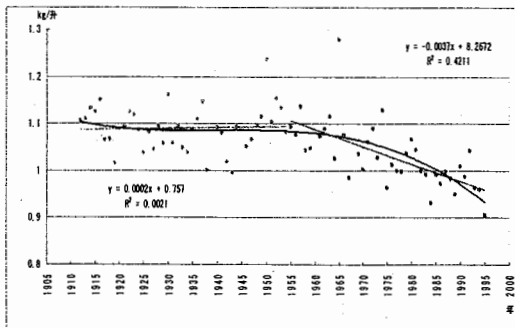


図 5.1 初密度の推移 (3 次曲線と直線)

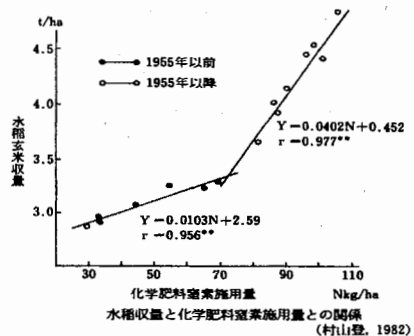


図 5.2

稲の生育・収量にかかわる要因として栽培法について稲の生育・収量にどのような影響を与えたか統計的解析を試みる。

まず、図 5.1 は籾密度 (kg/升) の推移から近似曲線 (3 次) を用いると 1950~1960 年間で減少していることがわかる。そこで、1955 年前後で 2 グループに分けて近似直線を引いたものである。これより 1955 年を境に籾密度 (kg/升) の低下が見られる。この時代の農業は日本の慢性的な食糧不足が解決に向けて取り組まれている時期であった。農業技術進歩として第 2 次世界大戦後、窒素肥料の多施が品種、植物防疫、土壌改良及び栽培法に多くの変革をもたらしたのである (吉田, 1986)。

変革は図 5.2 から昭和 30 年前降の施用効率に明瞭な差からも認められる。これは戦後の増収が単に多施の効果だけでなく、施肥法の改善の寄与が大きいためと見ることが出来る (村山, 1982)。したがって、1955 年 (昭和 30) 頃からの籾密度の低下は窒素肥料多施による栽培法の変革との関連と考えられる。

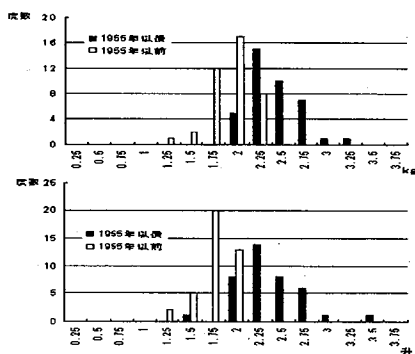


図 5.3

1955 年前後の平均重量(上)・容量(下)

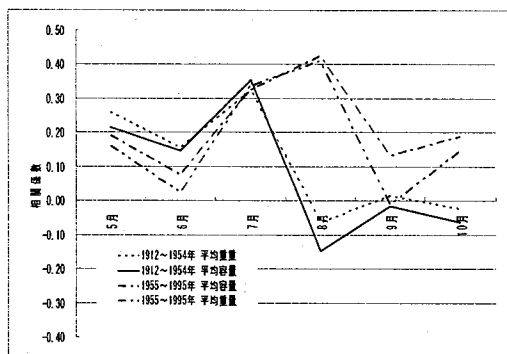


図 5.4

1955 年前後の平均重量・容量と各月平均気温との相関

次に窒素肥料多施の栽培法による気温との関係について考察する。1955 年前後での平均容量・重量と各月の気温との関係を見ると相関係数図 5.4 は 8 月の気温との関係に大きな違いを見せている。これらから栽培法が変わることによって収量や気温との関係が変化する。これらより稲プロセスモデル作成に中野村坪刈記録を用いることが出来るといえよう。

6. まとめ

1) 気候変動資料としての検討

- ・坪刈記録の上毛, 中毛, 下毛の記録には年貢減免の意図的な操作はない。
- ・坪刈において経験や勘が有効に働き, 作柄を識別する目は確かであり, さらに目立ての技術が代々受け継がれている。
- ・作柄極上 (上々) の地理的条件とその字, (上毛-下毛) 差の推移と時代背景の関係から村人の坪刈田の見立ては村全体の作柄におけるばらつきを把握した上に行われている。
- ・籾重量を籾容量で表すことは可能である。また, 品種の違いによる籾殻の厚さと籾の保水水分量の違い, 測定時に葉や穂屑等が含まれるなどによる容量の誤差, 籾の水分保有重量に対するばらつき, 坪刈の技術的な問題による影響がみられない。

2) プロキシとしての有意性

- ・太陽活動サイクル, 東アジア古気温 (モンゴル・木), 籾容量 (中野村・稲), 酸素同位体比 (グアム・サンゴ) の間にはいずれも高い相関が見られた。したがって他のプロキシの推移や相関係数を比較したところ, 籾容量にはプロキシとしての有意性があること

が明らかになった。

3) 気候の関係

- ・ 粗容量・酸素同位体比からエルニーニョとラニーニャ現象をみると、エルニーニョがタイプ分けできる可能性と北半球における低緯度～中緯度にかけての気候レジームシフトが識別できる可能性を指摘できた。
- ・ 太陽活動との関係から太陽活動サイクルが短くなると粗容量、東アジア古気温、酸素同位体比は気温の上昇方向に加速度的に伸びている。つまり、太陽周期サイクルが短くなるほど太陽活動が活発になることを示す。また、1955年（昭和30）以降の30年間の上昇分布は、近年にない変化として特筆される。

4) 稲プロセスモデルの作成へ

- ・ 1955年（昭和30）頃からの粗密度の低下は窒素肥料多施による栽培法の変革との関連と考えられる。また、1955年前後で8月の気温との関係に大きな違いを見せている。これらから栽培法が変わることによって収量や気温との関係が変化することがわかる。また、稲プロセスモデル作成は中野村坪刈記録を利用することで可能である。

引用文献

- 浅海竜司・山田 努・井龍康文（2005）：西太平洋域における18世紀末以降の海洋環境変動。
日本地球化学会年会議演要旨集（第52回），日本地球化学会，238-238.
- 浅海竜司・山田 努・井龍康文（2006）：過去数百年間の古気候・古海洋変動を記録する現生サンゴ。地球化学，40，179-194
- 今井修平（1996）：『加古川市史史料3 中野村坪刈記録』，加古川市史編さん室。
- 岩切敏（1982）：環境条件の変化と作物 内嶋善兵衛・大塚一志共著『現代の気象テクノロジー4 農林・水産と気象』朝倉書店，
- 暉峻 衆三編（2003）：『日本の農業150年』有斐閣，
- 気象影響・利用研究会編（1999）：『エルニーニョと地球環境』成山堂書店，
- 木本可南（2005）：加古川市中野村における坪刈の研究，兵庫教育大学学校教育学部 社会系コース卒業論文，
- 古島敏雄 監修（1983）：『明治農書全集 第1巻』農山漁村文化協会，
- 桜井邦朋（1995）：気候変動を支配した太陽活動。小泉 格・安田喜憲編『地球と文明の周期』朝倉書店，
- 佐藤常雄（1987）：『日本の稲作の展開と構造』吉川弘文館，
- 昭和農業技術発達史編纂委員会編（1993）：『昭和農業技術発達史 第1巻 農業動向編』社団法人農林水産省農林水産技術情報協会刊，
- 播磨町郷土資料館編（2006）『水のめぐみ』明光印刷
- 兵庫県東播土地改良区編集（2001）：『兵庫県東播土地改良区50年史』，
- 村山登（1982）：『収獲漸減法則の克服』養賢堂，
- 文部科学省（1980）：『昭和55年版科学技術白書』
- 吉田昌一（1986）：『稲作科学の基礎』博友社，
- Asami,R., Yamada, T., Iryu, Y., Quinn, T. M., Meyer, C.P. and Paulay, G(2005)
Interannual and decadal variability of the western Pacific sea for the years 1787-2000: Reconstruction based on stable isotope from a Guam coral. surface condition for the years 1787-2000: Reconstruction based on stable isotope from a Guam coral. *J. Geophys. Res.* 110,
- Kelly, P.M. and Wigley, T.M.L.(1992): Solar cycle length, greenhouse forcing and global climate. *Nature*, 6402, 328

Relationship of climate and rice crops recorded in the *Tsubogari*

document, Nakano, Hyogo Prefecture

SAITO Tatsuo

Key Words: Nakano Village, *Tsubogari* document, palco-temperature, coral,
El Nino, Sun activity cycle