

みんなのポジトリ

国立民族学博物館学術情報リポジトリ National Museum of Ethnology

縄文人口シミュレーション

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2010-02-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小山, 修三, 杉藤, 重信 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15021/00004436

縄文人口シミュレーション

小山 修三* 杉藤 重信**

A Study of Jomon Population —Computer Simulation Analysis—

Shuzo KOYAMA and Shigenobu SUGITO

This paper applies techniques of computer simulation to the analysis of Jomon demographic patterns. The computer programs are based on the following assumptions: (1) Population grows exponentially, with the equation $Nt = N_0 * e^{rt}$; (2) there is an upper limit to population size in a given area, termed carrying capacity (K); and (3) at the level K , population growth stops. In this program, we divided Japan into nine regions, such that when population reaches the level K , the surplus migrates to other areas, according to probabilistic models.

In dealing with carrying capacity, we initially assign the constant M , a hypothetical population maximum for an area; subsequently M is converted to K as a consequence the impact of climate and technology.

Pollen analysis indicates significant climatic change during the Jomon Period. This was precipitated by a warming trend, which began after the last glacial, and continued until about 6000 B.P., followed by a cooling trend which lasted until about 2000 B.P. This climatic wave caused significant change in the vegetation of the Japanese archipelago. In the East during the warming trend, coniferous forests were replaced by deciduous *Fagus-Quercus* forests, comprised of a variety of nut-bearing trees, which constituted an important food source for the Jomon people. However, the nut-bearing trees are sensitive and often succumb in cold weather. Based on these facts, we assume that carrying capacity increased during the warming trend and decreased during the cooling trend in the regions of East Japan. In West Japan, however, Yasuda [1980] suggests

* 国立民族学博物館第4研究部

** 甲南大学文学部, 国立民族学博物館共同研究員

that during the warming trend the environment deteriorated owing to dry summers. So here we assume that carrying capacity declined during the warming trend and then remained constant.

The technology of Jomon food production, including the tool elements used for hunting, fishing and gathering, are well known from an early stage in East Japan. Thus we assume that although tools must have been refined and systematized as Eastern Jomon technology developed, they were not powerful enough to influence carrying capacity, because the system did not prevent population decline in the cooling period. By contrast, farming, the true technological innovation, introduced from the Asian continent to Kyushu, changed Jomon society into an agricultural one. In this simulation we stipulate that when rice is introduced into a region it not only doubles the ratio of population growth but also increases carrying capacity (five times).

The results were compared with earlier estimates [KOYAMA 1978] based on the number of sites. Both data coincide well, especially with respect to the population curve throughout the Jomon period. In the East this curve shows a sharp increase of population until the Middle Phase, where a rapid decline is observed (Late Phase). In the West population remained almost constant throughout the entire period. During the Jomon, the distribution of population was high in the East, whereas in the Yayoi it was high in the West—representing a complete reversal between the two periods.

- | | |
|--------------------|------------------------|
| I. はじめに | 3.1. 人口移動 |
| II. これまでの研究 | 3.2. 人口許容量 (K) の操作 |
| III. シミュレーションの構成要素 | 3.2.1. 環境変化 |
| 1. 人口増加の公式 | 3.2.2. 技術革新 |
| 2. 人口量 | 3.3. その他のサブルーチン |
| 3. 増加率 | 4. 地域リンケージ・データ |
| 4. 人口許容量 | V. シミュレーション 1 (S1) |
| 5. 最大人口密度 | 1. シミュレーション 1 の条件 |
| 6. 地域 | 2. シミュレーション 1 の分析 |
| 7. 移動 | 2.1. ロジスティック曲線 |
| 8. 疫病 | 2.2. 開始人口の問題 |
| IV. シミュレーションの構成 | VI. シミュレーション 2 (S2) |
| 1. 構成 | 1. シミュレーション 2 の条件 |
| 2. メイン・プログラム | 2. シミュレーション 2 の分析 |
| 3. サブルーチン・プログラム | 2.1. 概観 |

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 2.2. 地域性の成立 | 4.1. 狩猟 |
| 2.3. 地域性の検討 | 4.2. 漁撈 |
| Ⅶ. シミュレーション3 (S3) | 4.3. 採集 |
| 1. シミュレーション2の検討 | 4.4. 農耕 |
| 2. シミュレーション3の条件 | 5. 人口密度と K 密度 |
| 3. シミュレーション3の分析 | Ⅷ. シミュレーション4 (S4) |
| 3.1. 東日本の状況 | 1. シミュレーション4の条件 |
| 3.2. 西日本の状況 | 2. シミュレーション4の分析 |
| 4. 縄文時代の生産技術 | Ⅸ. まとめ |

I. はじめに

文化 (culture) とはある特定の集団がもっている固有のライフ・スタイルだと定義することができる。その社会のライフ・スタイルには、人々の考え方や行動に特有のパターンがみとめられる。

歴史書には世界の各地におおくの文化があったことがしるされている。それらの文化は、栄えたり、衰退したり、おおきな変容をみせたり、あまり変化もなく細々とつづいたり、消滅したり、さまざまな動きをみせる。そして文化の分布域を地図上にあらわすと、ある時点で、広大であったものが、のちの時点では、せばまる、あるいは消滅するという事実もある。

このような例からみると、文化とそれを支える集団 (population) と人口量の間には何らかの相関関係が予想される。そこで、もし、その相関関係がただしく充分にたかいものであれば、文化の消長や変容の過程 (process) は、それを支える集団の人口動態——増減 (増加率)、他集団との交流 (移出, 移入率)、人口構成 (性, 年令別コーホート, 生命表)——によって量的に観察することができる。また量的に把握することにより性質のまったく異なる文化を比較することも可能である。そして、人口動態はとりわけ、文化を支える集団の生業や社会構造そのものに直接かかわっており、社会の組織や活動の解明を主たる目的とする民族学にとってかかすことのできない重要な項目であるはずである。

しかしながら、民族学ではこれまで人口の調査はしばしば無視されたり、あまり深く追求されなかった傾向がある。それは集団の総数や構成がつねに変化し、正確に把握する作業が意外に時間や労力がかかること、とくに歴史的資料には人口に関する情報がまったく残っていないとか、残されていても不完全であることがおおいためである。さらにつけくわえるならば、前述した文化と人口との相関関係がはっきりとし

た係数として決定できないといういらいが調査者にあったためだとおもわれる。

人間の文化や社会はまことに複雑で変化にとみ、何らの方向性や規則性をもたないかのごとくみえる。しかし、それを維持する集団の動きやメカニズムにはつねに法則性がみとめられ、集団の増加や変動は基本的には公式や数式によって表現することができる。Population Ecology の分野で、人間集団の人口動態がトナカイやショウジョウバエ、バクテリアなどとほとんど同じレベルであつかわれ、説明されている[PIANKA 1978] ことからみても、人間の社会が一見どんなに複雑にみえようとも、根本的には法則性をもち、科学的な方法であきらかにしうことをしめしている。この点でも民族学や先史学の分野が人口動態をつねに視野に入れておくことの重要性があるといえる。

Ⅱ．これまでの研究

人間の社会や文化を研究するために人口の算出が不可欠なものだとすれば、先史時代はもっとも困難な状況にあるといえる。集団の実態はすでに消滅しており、人口の数量的な記録もない。

考古学資料は、良好な条件下で偶然保存されたわずかの遺骸や、かれらの行動の痕跡である住居などの遺構や道具類、食糧残滓などがわずかな手がかりとしてしか残されていない。そのため先史学の分野での人口に関する研究はかならずしも活発ではなく、中近東やヨーロッパで農業開始期の人口規模や密度が論議されたり、エスノグラフィーと考古学の境界が重なるアメリカ大陸での人口復元が注目される程度であった。しかし、最近では、考古学が自然科学の分野にまで研究領域をひろげていること、コンピュータの普及により、大量データの処理やモデル作成や計算が簡単になったことなどの理由で先史時代の人口研究の分野が重視されつつある。

日本では、先史(縄文)時代の人口が論じられることは従来ほとんどなかった。たとえば、遺跡のおおまかな分布と、面積がよく似たカリフォルニアインディアンの人口を目安にした山内清男の15万および25万説[山内 1964]、あるいは30万説[山内 1969]、北海道のアイヌ人口を参考にした芹沢長介の12万説[芹沢 1968]があり、ほかに塚田松雄の等比級数による B.C. 8000, 3000, 1000 年時点での人口推算[塚田 1974b]がみられる程度であった。これらは目算や、簡単な公式によって算出したもので本格的な研究といえるものではなかった。

小山修三は“Jomon Subsistence and Population”[KOYAMA 1978]で縄文一弥

表1 時代区分別 C₁₄ 年代 (B.P.) の平均と標準偏差

	件 数	平 均	標準偏差
縄文草創期	4	11837.5	1029.4
早 期	11	8130.0	943.1
前 期	32	5157.8	367.9
中 期	22	4339.4	377.5
後 期	24	3328.8	342.0
晩 期	16	2915.6	468.0
弥生	28	1846.7	287.4

生期の人口推計をおこなった。その方式は基本的には一定の期間、一定の範囲に存在する遺跡数をかぞえ、そこにすむ人数を一定の手続きできめることにより、人口量を求めるというものである。

まず1974年のレベルで全国(北海道・西南諸島を除く)の遺跡調査表から縄文時代の遺跡数を集計した。それに弥生時代と土師器の時代(土師期)の遺跡もふくめた。遺跡調査表ではふつう縄文遺跡は、草創期・早期・前期・中期・後期・晩期の六期にわけて記述されている。そこでこれら六期について期別にC₁₄年代データをまとめ、各期の中央値をT検定(表1)し、各時期が重複しない独立した期であることを証明して時間を固定した。その結果弥生時代も独立した一期としてあつかえることがわかった。

つぎに、全国を9地域にわけ、時期・地域遺跡表をつくった。

日本でもっともふるく、かつ比較的信頼性のたかい人口データは、沢田吾一〔沢田1927〕の奈良時代(8世紀)の人口で、延喜式の国別租税高により推算されている。沢田のデータは時間的には、考古学でもちいる土師期にはば一致する。そこで、沢田の人口データを9地域に再集計し、これと土師期、弥生、および縄文各期の遺跡数を比較することによりそれぞれの時期の人口数を算出した。算出にあたっては、遺跡調査の精度がもっともたかく、各時点での遺跡数も平均して豊富な関東地方の遺跡あたり人口率を基準値(V)とした。

Vは

$$V=P/T=943,000/5,549 \div 170 \qquad (P=\text{土師期の人口}, T=\text{遺跡総数})$$

である。

また、土師期と各期との遺跡規模を比較し、各期の一遺跡あたりの対8世紀人口を制限する定数(C)をきめた〔Koyama 1978: 54-55〕。それに、各期の地方別遺跡数をかけあわせて各期の地域別人口をもとめた。たとえば縄文後期(j4)の人口は、

$$P_{j4}=V*C_{j4}*T_{j4}$$

で求めることができる（表 2）。

こうして仮説的に算出された人口値の妥当性を説明するために、各時代の遺跡の立地を検討し、土地利用には地形差のあることに注目した。地形はそこに分布する自然

表 2 a 先 史 時 代 の 人 口 と 人 口 密 度

	早 期	前 期	中 期	後 期	晩 期	弥 生	土 師
東 北	2000 (0.03)	19200 (0.29)	46700 (0.70)	43800 (0.65)	39500 (0.59)	33400 (0.50)	288600 (4.31)
関 東	9700 (0.30)	42800 (1.34)	95400 (2.98)	51600 (1.61)	7700 (0.24)	99000 (3.09)	943300 (29.48)
北 陸	400 (0.02)	4200 (0.17)	24600 (0.98)	15700 (0.63)	5100 (0.20)	20700 (0.83)	491800 (19.67)
中 部	3000 (0.10)	25300 (0.84)	71900 (2.40)	22000 (0.73)	6000 (0.20)	84200 (2.81)	289700 (9.66)
東 海	2200 (0.16)	5000 (0.36)	13200 (0.94)	7600 (0.54)	6600 (0.47)	55300 (3.95)	298700 (21.34)
近 畿	300 (0.01)	1700 (0.05)	2800 (0.09)	4400 (0.14)	2100 (0.07)	108300 (3.38)	1217300 (38.04)
中 国	400 (0.01)	1300 (0.04)	1200 (0.04)	2400 (0.07)	2000 (0.06)	58800 (1.84)	839400 (26.23)
四 国	200 (0.01)	400 (0.02)	200 (0.01)	2700 (0.14)	500 (0.03)	30100 (1.58)	320600 (16.87)
九 州	1900 (0.05)	5600 (0.13)	5300 (0.13)	10100 (0.24)	6300 (0.15)	105100 (2.50)	710400 (16.91)
全 国	20100 (0.07)	105500 (0.36)	261300 (0.89)	160300 (0.55)	75800 (0.26)	594900 (2.03)	5399800 (18.43)

註）（ ）内は人口密度。
[KOYAMA 1978: 56] に訂正を加えた。

表 2 b 人 口 増 加 率

時期 地域	早 期	前 期	中 期	後 期	晩 期	弥 生
	前 期	中 期	後 期	晩 期	弥 生	土 師
東 北	0.0008	0.0011	-0.0001	-0.0003	-0.0002	0.0021
関 東	0.0005	0.0010	-0.0006	-0.0046	0.0024	0.0022
北 陸	0.0008	0.0022	-0.0004	-0.0027	0.0013	0.0030
中 部	0.0007	0.0013	-0.0012	-0.0031	0.0025	0.0012
東 海	0.0003	0.0012	-0.0005	-0.0003	0.0020	0.0016
近 畿	0.0006	0.0006	0.0004	-0.0018	0.0037	0.0023
中 国	0.0004	-0.0001	0.0007	-0.0004	0.0032	0.0025
四 国	0.0002	-0.0008	0.0026	-0.0041	0.0038	0.0023
九 州	0.0004	-0.0001	0.0006	-0.0011	0.0026	0.0018
全 国	0.0006	0.0011	-0.0005	-0.0018	0.0019	0.0021

食糧資源の産量や分布とかかわりがふかいからである。そこで地域別に人口量に対して、山地、丘陵、山麓、台地、低地の地形別面積〔国土地理院 1972〕と河川および海岸線の長さを変数にし、重回帰分析をおこない、その寄与率によって推計人口量の妥当性の証明とした。その結果、日本の先史時代人口は全国的にみると、縄文時代の人口は早期(8000 B.C.)から前期(5000 B.C.)にかけてゆるやかに増加し、その後急速に増加して中期(4300 B.C.)にピークに達するが、その後減少し、弥生時代からふたたび増加するという結果がえられた。

また、人口の分布をみると縄文時代においては東日本に濃く、西日本に淡い。それにたいして弥生時代以降はそれが逆転することがわかった。しかし、縄文人口の分布を地域別にくわしくみると西日本(九州、四国、中国、近畿)では人口量が時代をとおしてすくなく、かつ微増をつづける。中部日本(中部、東海、関東)は人口量がおおく中期にそれがピークに達し、その後急激な減少がおきる。北日本(東北、北陸)では中部日本と似た傾向がみられるが、後一晩期には減少するというよりむしろ停滞するといった、地域によって異なる三つの類型があらわれることがあきらかになった。

遺跡数から人口を推定する方法は、考古学的には、たとえばSRP法〔AMMERMAN, CAVALLI-SFORZA & WAGENER 1973〕などが知られており、かなり定着した手法だといえる。考古学では時間スケールの粗放さ(人口調査は本来ある一時点で切っておこなわれるべきであるのに対して、考古学の時間は土器形式や測定年代の偏差値などの幅がおおきい)を資料の性質上無視するとしても、基準となるべき遺跡の調査が特定地に集まる傾向にありランダムでないことや、すでに破壊されたものや未発見の遺跡のおおいことが予想できる。小山の人口推計に対するおもな批判の一つも未発見の遺跡をどう考えるか、推計以降発見された遺跡をどうするか、というものであった。現に1974年以降、遺跡の発見が相次いでおり、とくに西日本では、やや過少に推計したきらいのある人口数の修正の必要を感じている。しかし、これは既存のデータにもとづき分析をすすめる分野の研究が内在している問題で、新しい発見があるたびに仮説を修正しながら仮説の精密化をはかるほかに途はないとおもわれる。

以上の小山の方法は既存のデータのみから現象を分析する立場で、いわゆるボトムアップ的手法である。そこでこの論文では最近コンピュータ民族学の分野で杉田繁治が提唱しているトップダウンの方法、すなわち、データを生み出す潜在構造(モデル)を仮定し、それによって生成されるデータと実際のデータを比較しながらモデルを変形していく「合成による分析(Analysis by synthesis)」によるアプローチ〔杉田 1984〕をとることにする。

人口動態は、システマティックで法則性のつよい性格をもつことが知られており、トップダウン的方法をとるには適している分野といえる。そこで、はじめに縄文時代人口動態を生態学的な一般法則、確率などをふくむシステムとしてモデルをつくり、コンピュータによるシミュレーションをおこなった。そしてその結果を小山の分析結果と比較し、当初のモデルを変形しながら考察をくわえていった。つまりこの論文のめざすところは、「合成による分析」によって縄文時代の人口動態を推計することにある。

Ⅲ．シミュレーションの構成要素

1. 人口増加の公式

生物の個体群 (population) の増加は

$$N(t) = N(t_0) * e^{rt} \quad (\text{指数関数的増加})$$

または

$$N(t) = N(t_0) * (1+r)^t \quad (\text{幾何級数的増加})$$

($N(t_0)$: 開始時の個体数, $N(t)$: t 時間後の個体数, t : 時間, r : 増加率, e : 自然対数の底)

の式であらわされる。これは時間の経過につれてはじめはゆるくのち急速に無限大にむかってのびる曲線である (図 1)。

ただしこれは制限のない、安定した、良好な環境にあるという非現実的な状況下の増加である。

より現実的には、あたえられた環境下では、人口許容量 (Carrying Capacity) という飽和点があり、個体数の増加はこの点に近づいた時、停滞するという、いわゆるロジスティック曲線が考えられている (図 2)。

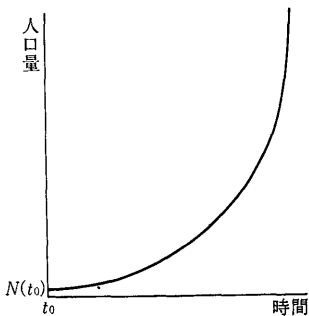


図 1 指数関数人口増加曲線

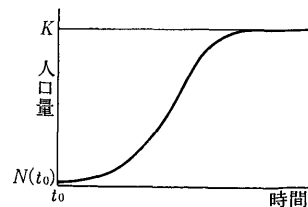


図 2 ロジスティック曲線

その式は

$$N(t) = \frac{K}{1 + \left(\frac{K}{N(t_0)} - 1 \right) * e^{-r(t-t_0)}}$$

(K : 人口許容量)

であらわされる。

2. 人口量 ($N(t)$)

以上にのべたように、人口量は時間 (t) と増加率 (r) によってかわる変数で、人口許容量 (K) の影響も受ける。また、特定の時点での人口量 ($N(t)$) は開始期の人口量 ($N(t_0)$) によってきまる。このシミュレーションでは $N(t_0)$ は定数とし、設定条件にしたがっておきかえることにした。

3. 増加率 (r)

増加率 (r) は、いわゆる内在増加率 (intrinsic rate of increase) で定数である。実増加率 (true rate of increase) は出生率 (b) に移入率 (i) を加えた値から死亡率 (d) 移出率 (e) を加えた値を減じた変数 ($(b+i)-(d+e)$) である。縄文社会を概観すると島国である日本の立地条件から、巨視的には移出入率はほぼ無視できるだろう。実増加率をもとめるための死亡率、出産率は個体群の年令階層別の期待寿命、年令別出産率などを知る必要がある。縄文時代の性別・年令別人口構成と生命表 (life table) は、出土人骨をつかった小林和正の研究 [小林 1979] があるが、それが1万年以上にわたる縄文時代を通じての一般値となりうるかどうかには不安があること、また、これが初歩的なシミュレーションであるためなるべく簡単な構造にしたいなどの理由から、実増加率をつかうより内在的増加率を定数としてつかい、それがどのように人口に影響をあたえるかをみようとした。

4. 人口許容量 (K)

人口許容量は非常に複雑でとらえにくい概念である。人口が一定量まで達した時、増加率がにぶり、停滞するロジスティック曲線をつくる上限線が人口許容量と定義されている。 K は簡単にいえば一地域内の人口密度の上限である。しかし K は場所により異なり、時間によっても変化する。しかも、人口密度と増加率の間にはフィードバックの時間的ずれがおこることがおおい。

自然経済の社会では、ある地域の人口許容量はそこで生産される食物の量によって決定されるという考え方がある。つまり人口許容量とはその地域の植物相 (flora) と動物相 (fauna) の生産量だといえる。しかし、植物の生産量は温度、湿度、日照時間などの気候条件によって左右されることがおおく、動物は植物に依存するところがおおいのではほぼ同じような動きをする。また突然の災害により動植物相が一変したり壊滅してしまう場合もある。さらにたとえ地域の生産量が安定していると仮定しても、そこにある人間社会がその環境からどの程度食糧資源を搾取する知識や技術をもっているかも無視することのできない問題である。したがって人口許容量をあらわす値 K は定数ではなく、おおくの要因をふくむ変数だと考えることができる。

5. 最大人口密度 (M)

このシミュレーションでは K の基準値となるものにかわる定数として最大人口密度 (M) を設定した。したがって M と地域面積を乗じる ($K=M*S$) ことによりその地域の最大人口量の値 (K) が決められる。ここではシミュレーションの条件 (環境変化・技術革新) に応じて時間を設定して M の値に定数を乗じ、 M の値を変化させ K 値とすることにした。

6. 地 域

北海道と沖縄をのぞく日本全土を9地域にわけた。各地域はそれぞれの面積 (S) を定数としてもつ。縄文時代には海進海退、地盤変動、沖積層の生成などにより面積に変化がみられたと考えられるが、比率的には微少なものと考え定数の入れかえはしなかった。

7. 移動 (dispersal)

このシミュレーションでは9地域のそれぞれで独立して人口変動がおこっているという条件を設定してある。そこで、ある地域で人口量が人口支持力をこえ人口爆発がおこったとき、その集団の一部が他の地域へ移動するというモデルを考えた。移動先は地域リンケージ・データ (後述) にしたがって確率によって選択する。移動の具体的なモデルについてはサブルーチンの項でくわしくのべる。

8. 疫病 (epidemic and disease)

人口量が人口許容量に近づくと停滞するロジスティック曲線の状況のほかに、現実

には、その時人口が急激に崩壊する現象がしられている。アラスカ、セントポール島に移入されたトナカイの例は有名な例であるが、人間社会の場合でも、瀬戸内海島嶼の江戸時代の人口、中世ヨーロッパ、アメリカ・インディアンやオーストラリア・アボリジニ社会（図3）などの人口動態がそれにちかい例だといえるだろう。

その場合、まず環境変化がおこり、食糧不足や栄養不良の状態がひきかねとなり、伝染病が蔓延し、死亡率が出生率をおおきくうわまわることになる。このような地域内の人口の自壊現象も、状況によりある確率でおこることを考える必要があるだろう。このシミュレーションでは移動モデルのなかにカストロフイー的な要素をもつサブルーチンをつくった。

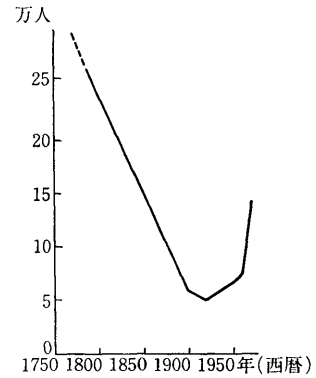


図3 オーストラリア・アボリジニの人口変動
([PETERSON 1981:2; ROWLEY 1972: 384] をもとに作成)

Ⅳ．シミュレーションの構成

1. 構成

シミュレーションは、メイン・プログラムと8種のサブルーチン・プログラムとから構成される。

なお、コンピュータは、国立民族学博物館の IBM 4341-P02 を使用し、対話型モニターシステム (CMS) により操作をおこなった。また、相関係数を算出するさいには、SPSS (Statistics Program for Social Science) を使用した。

2. メイン・プログラム (図4a, b, c)

[定数の入力]

開始人口値 ($N(t_0)$) および人口増加率 (r) 最大人口密度 (M) を各地域ごとに定数として入力する。各地域の人口許容量は最大人口密度に地域面積 (S) を乗じる ($K = M \cdot S$) ことによって求められる。

[人口増加計算]

人口増加は、指数関数的増加であったと仮定する。すなわち、一般に開始人口 $N(t_0)$,

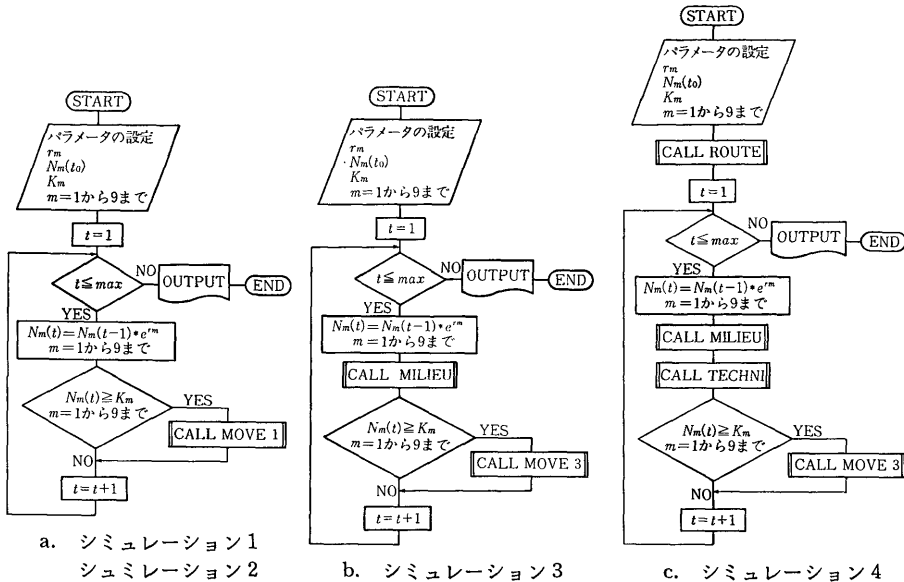


図 4 メイン・プログラムのフローチャート

人口増加率 r のとき t 年後の人口 $N(t)$ は、次式であたえられる。

$$N(t) = N(t_0) * e^{tr}$$

メイン・プログラムでは、1 年毎に計算をおこなうので、1 年後の人口 $N(t)$ は次式であたえられる。

$$N(t) = N(t-1) * e^r$$

[サブルーチンの引用]

シミュレーションによってメイン・プログラムは若干ことなる。シミュレーション 1 とシミュレーション 2 のメイン・プログラムは共通である (図 4 a) が、ただ開始人口値がことなる (後述)。シミュレーション 3 では人口移動のサブルーチンとして **MOVE 3** がもちいられる。また、許容人口値 (K) を操作するサブルーチン・**MILIEU** が引用される (図 4 b)。

シミュレーション 4 では、シミュレーション 3 におけるメイン・プログラムに、サブルーチン・**ROUTE** および **TECHNI** がくわえられ、技術伝播がシミュレートされる (図 4 c)。

[結果の出力]

シミュレーションの結果は、端末画面もしくは、ラインプリンターに出力される。

3. サブルーチン・プログラム

3.1. 人口移動

それぞれの地域で人口が許容量 (K) に達したとき、人口移動がおこると仮定する。そのとき、以下のサブルーチンのいずれかを実行する。

[サブルーチン・MOVE 1]

サブルーチン・MOVE 1 (図5) は、「浸みだしモデル」とよぶ。許容人口値をこえた地域の現在人口値 ($N_m(t)$) の一定割合 (x) の人口 ($I_m = N_m(t) \cdot x$) が人口移動をおこなう。そのさいサブルーチン・TRY (後述) を呼び、どの地域に移動するかランダムに選択する。ただし、移動可能な地域は、あらかじめ、地域リンケージ・データ (後述) として入力されている。サブルーチン・MOVE 1 の場合、リンケージ・データのマトリックス (表3) 中の3.0であらわされる地域が、移動先候補地域である。サブルーチン・TRY により移動先が確定すれば、移動先地域の現在人口値 $N_{m1}(t)$ から一定割合 (x) を減じたあと、その値と移動人口値 ($I_m(t)$) を加えた値が、その地域の人口許容量 (K_{m1}) を越えなければ、移動は成功裏におわり、もし越えれば、移動人

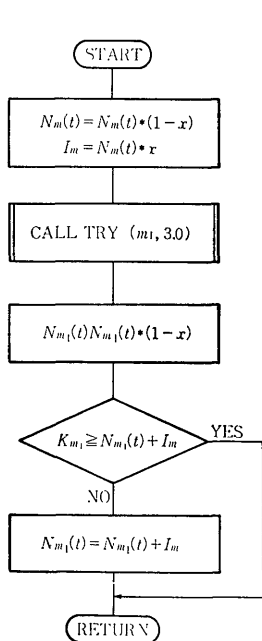


図5 人口移動のサブルーチン・MOVE 1 のフローチャート

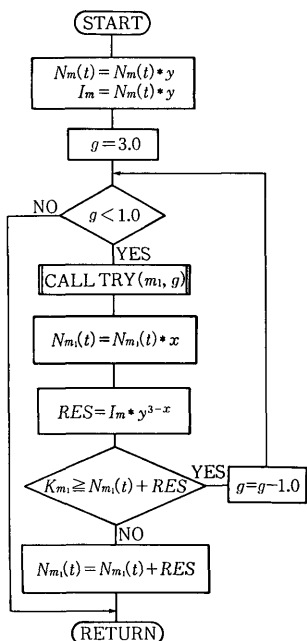


図6 人口移動のサブルーチン・MOVE 2 のフローチャート

口は消滅するとみなす。

人口移動したとき、当事者となった地域の人口値は次式であらわされる。

$$\begin{aligned} N_m(t) &= N_m(t) * x \\ N_{m1}(t) &= N_{m1}(t) * x + I_m \\ &(\text{ただし, } I_m = N_m(t) * x) \end{aligned}$$

$m1$ は人口爆発した地域、 $m2$ は移動先地域で、 x の値は試行のうえ、ここでは0.1とした。

[サブルーチン・MOVE 2]

サブルーチン・MOVE 2 (図6) は、「疫病モデル」と名づけられ、MOVE 1 よりも人口の変動が大きなモデルである。人口許容量をこえた地域の現在人口値 ($N(t)$) に一定割合 (y) を乗じた値を残留させ、のこりを移動候補 ($I_m = N_m(t) * y$) とする。このモデルでは、3 回の移動を試行させる。地域リンケージ・データ中の3.0, 2.0, 1.0の数値をもつ地域が、それぞれ、第一候補地群、第二候補地群、第三候補地群となり、そのなかから移動先地域が求められる。まずはじめに、サブルーチン・TRY により第一候補地群のなかから適当な一地域を選択し、その地域の現在人口 ($N(t)$) から一定割合 y を乗じた値を減じ、移動人口 (I_m) を加えた値が移動先の人口許容量 (K_{m1}) をこえなければ移動が成功する、という点は、MOVE 1 と同様である。もし、移動に成功しなければ、サブルーチン・TRY にもどり、第二候補地群のなかからあらためて適当な一地域を選択する。この場合、移動人口値 (I_m) に y の自乗を乗じた値が移動するとし、人口が減少した分の人口は、移動先を捜すうちに損傷したとみなす。移動の手続きは上記と同様である。もし、第二候補地群においても移動できなければ、第三候補地群のなかに移動先を求める。このさい、移動人口は、当初の値 (I_m) に y

表3 地域近接度のマトリックス

	東北	関東	北陸	中部	東海	近畿	中国	四国	九州
東北		3.0	3.0	2.0	1.0	2.0	1.0	0.0	1.0
関東	3.0		3.0	3.0	3.0	2.0	0.0	1.0	1.0
北陸	3.0	3.0		0.0	3.0	3.0	2.0	0.0	1.0
中部	2.0	3.0	0.0		3.0	3.0	0.0	2.0	1.0
東海	1.0	3.0	3.0	3.0		3.0	0.0	0.0	0.0
近畿	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	2.0
中国	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	3.0		3.0	3.0
四国	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	3.0	3.0		3.0
九州	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	2.0	3.0	3.0	

の三乗を乗じた値とする。同様の手続きにより、移動可能かどうかをチェックし、移動の手続きをとる。もしそれでも成功しなければ、この移動人口は消滅したとみなす。

人口移動成立後の人口値は次式であらわされる。

$$1 \text{ 回目 } N_m(t) = N_m(t) * y$$

$$N_{m1}(t) = N_{m1}(t) * x + I_m$$

(ただし、 $I_m = N_m(t) * y$, x は MOVE 1 の値)

2 回目以降は、移動人口がことなるがその他の式は 1 回目と同じである。

$$2 \text{ 回目 } I_m = N_m(t) * y^2$$

$$3 \text{ 回目 } I_m = N_m(t) * y^3$$

なお、試行のうえ、ここでは y の値を 0.5 とした。

[サブルーチン・MOVE 3]

サブルーチン・MOVE 3 (図 7) は、MOVE 1 および MOVE 2 を並用するもので「混合モデル」とよぶ。 t_1 までは MOVE 1 がもちいられ、 t_2 から t_2 にかけては、サブルーチン・RAND を引用し 2 分の 1 の確率で MOVE 1 か MOVE 2 が選択される。 t_1 からふたたび MOVE 1 にもどる。

3. 2. 人口許容量 (K) の操作

シミュレーションでは、以下の 2 種のサブルーチンを選んで人口許容量の数値を操作することができる。

3. 2. 1. 環境変化

[サブルーチン・MILIEU]

サブルーチン・MILIEU (図 8) は、所定の時間 (t_1, t_2) になると特定の地域の人口許容量 (K_m) にあらかじめ入力しておいた数値 (x) を乗じて、人口許容量 (K) に

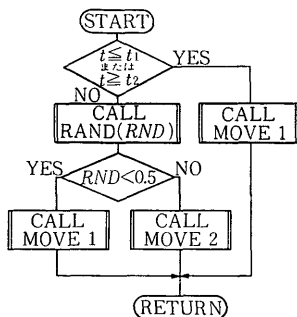


図 7 人口移動のサブルーチン・MOVE 3 のフローチャート

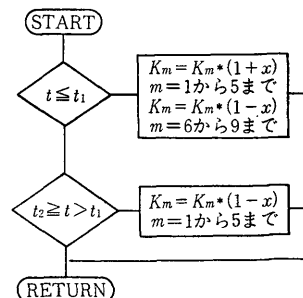


図 8 環境変化のサブルーチン MILIEU のフローチャート

代入し変化をおこす。なお、 x の値については、のちにのべる。

3.2.2. 技術革新

[サブルーチン・TECHNI]

サブルーチン・TECHNI (図9) は、技術革新の結果をシミュレートしたもので、人口許容量 (K) と人口増加率 (r) に変化をくわえる。技術革新の伝播経路は、サブルーチン・ROUTE において決定され、順に技術革新をひきおこす。所定の時間 (t_1) 以降、所定の確率 (x) にしたがって、人口許容量 (K) に所定の倍率 (y) を乗じ、人口増加率を z におきかえる。なお、具体的な数値については、のちにのべる。

[サブルーチン・ROUTE]

サブルーチン・ROUTE は、サブルーチン・RAND を引用し、確率により各試算ごとにひとつの伝播経路を選択する。その経路はつぎの6通りである。なお、つぎの組み合わせは、地域リンケージ・データによる。

1. 九州—四国—中国—近畿—東海
2. 九州—四国—近畿—中国—東海
3. 九州—四国—近畿—東海—中国
4. 九州—中国—四国—近畿—東海
5. 九州—中国—近畿—四国—東海
6. 九州—中国—近畿—東海—四国

3.3. その他のサブルーチン

[サブルーチン・TRY]

現在人口が人口許容量をこえたとき、9地域のなかから移動可能な地域を確率的に選択しようとする。サブルーチン・MOVE 1, サブルーチン・MOVE 2 において引用され、移動先の地域を確率的に選択する。確率はサブルーチン・RAND によってえられる。

[サブルーチン・RAND]

サブルーチン・RAND は正整数を入力すると0から1の間の一様乱数 RND を発

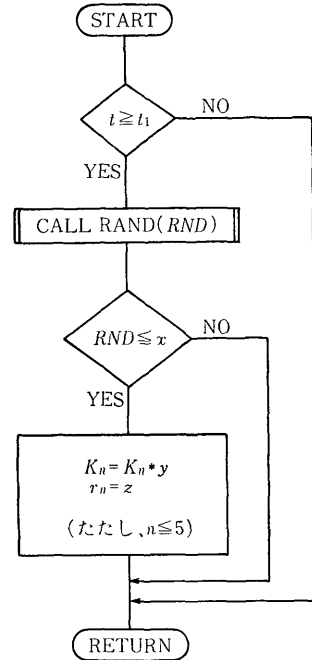


図9 技術革新のサブルーチン・TECHNI のフローチャート

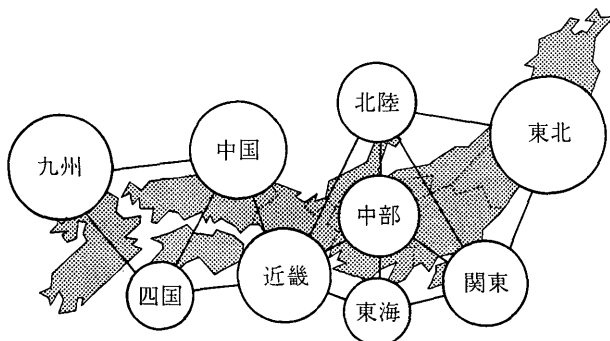


図10 地域リンケージ (サブルーチン・MOVE 1 の場合)

生する。

4. 地域リンケージ・データ

日本を東北、関東、北陸、中部、東海、近畿、中国、四国、九州の9地域にわけ、それぞれの地域の「近さ」をあらわしたもので、現在人口が許容人口量をこえ、人口移動がおこるとき、そのデータが引用される (図10, 表3)。

ここでは「近さ」の程度を3種類にわけた。3.0の値であらわされるのは、陸上で隣接している地域で、2.0は、ひとつおいてとなりの地域であり、かつ隣接地域を経由することなく海上を通じて交通可能とみなしたもので、1.0であらわされる地域は、前者よりも遠隔地とみなされるものである。また0.0の場合、陸上でも海上でも遠隔すぎて、交通が不能な地域とみなした。

V. シミュレーション 1 (S1)

1. シミュレーション 1 の条件

第一回のシミュレーションはもっとも条件の簡単なモデルでおこなった。定数である人口増加率 (r) を0.5パーミル (0.0005)、最大人口許容量 (K) を1平方キロあたり1人とし、開始人口を9地域にそれぞれ1000人とした。ある地域で人口量が許容量に達したとき、他地域への移動がおこると仮定して、その移動モデルには「浸みだしモデル」のサブルーチン (MOVE 1)

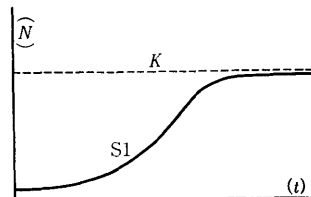


図11 シミュレーション1の人口増加曲線

をもちいた。以上の条件で 10000 年の計算をおこない、各地域での人口の動きをみることにした。

2. シミュレーション 1 の分折

2.1. ロジスティック曲線

100 回試算をおこない、1000 年ごとに平均値と標準偏差値および人口増加率をもとめたものが表 4 である。人口の動きは全国的にみると 6000 年代までは順調にのび、その後ゆっくりと増加をしめすが、10000 年には減少している。偏差値は実数に対して

表 4 シミュレーション 1 の結果 (100 試算による年代別人口量の平均と標準偏差)

a. 平均値と標準偏差値

地域 年代	東北	関東	北陸	中部	東海	近畿	中国	四国	九州	全国
1	10(0)	10(0)	10(0)	10(0)	10(0)	10(0)	10(0)	10(0)	10(0)	90(0)
1001	16(0)	16(0)	16(0)	16(0)	16(0)	16(0)	16(0)	16(0)	16(0)	148(0)
2001	27(0)	27(0)	27(0)	27(0)	27(0)	27(0)	27(0)	27(0)	27(0)	244(0)
3001	44(0)	44(0)	44(0)	44(0)	44(0)	44(0)	44(0)	44(0)	44(0)	403(0)
4001	73(0)	73(0)	73(0)	73(0)	73(0)	73(0)	73(0)	73(0)	73(0)	664(0)
5001	121(0)	121(0)	121(0)	121(0)	121(0)	121(0)	121(0)	121(0)	121(0)	1096(0)
6001	200(0)	198(2)	198(3)	198(2)	131(0)	197(2)	200(0)	180(0)	200(0)	1707(0)
7001	328(3)	297(12)	235(9)	285(10)	126(4)	296(12)	298(12)	175(3)	317(8)	2359(29)
8001	515(21)	300(10)	234(8)	282(10)	128(9)	306(14)	296(16)	168(7)	392(18)	2626(44)
9001	633(20)	291(15)	227(12)	280(10)	126(8)	303(13)	293(14)	176(12)	397(11)	2730(42)
10001	634(20)	289(16)	229(12)	279(12)	127(6)	305(12)	292(15)	169(12)	390(10)	2717(43)

註) 平均人口の単位は百人。() 内は標準偏差で百分の一の値で表示。

b. 人口増加率

地域 年代	東北	関東	北陸	中部	東海	近畿	中国	四国	九州	全国
0- 1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1- 2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2- 3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3- 4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4- 5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
5- 6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4
6- 7	0.5	0.4	0.2	0.4	-0.0	0.4	0.4	-0.0	0.5	0.3
7- 8	0.5	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.2	0.1
8- 9	0.2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
9-10	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0

註) 年代は千分の一の値で表示。表中の数字はパーミル (‰)。

ひくいので、このモデルでは100の試算を通じて、極端なものはほとんどなく安定した数値をだしていることがわかる。

ここにあらわれた状態は人口が初期の段階では順調にのび、その量が人口許容量(K)のラインにちかづいたとき、安定状態になるというロジスティック曲線にほかならない。

2.2. 開始人口の問題

各地域内での人口動態は、総体的には全国総計と軌を一にするが、個別にはその動きにこまかなズレがみられる。それは1000年ごとに実増加率を求めて、人口の伸び率が実質的に停止または減少する飽和点を求めると中部、東海、四国が5000年代、関東、北陸で6000年代、近畿、中国、九州で7000年代、東北では8000年代ではじめておこるという差になってあらわれている。そのはやさは地域の面積とほぼ反比例していることがわかる。それはこのモデルでは各地域の人口許容量(K)を最大人口密度(M)で決めたことに帰因し、そのため人口許容量は面積が大きければ大きく、小さければ小さくなっている。ところが開始人口を各地域に等しく(1000人)とり、それが一定率で増加すると仮定したため地域面積に比例したはやさで人口爆発(人口が一定量に

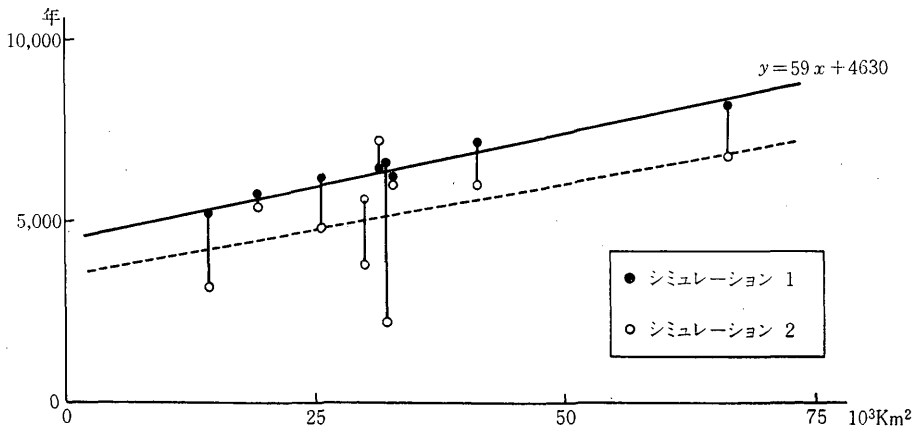


図12 地域面積と人口爆発開始年

人口爆発は、人口量が増加して地域の許容量をこえたときにおこる。したがってある地域でいつ最初の人口爆発がおこるかは、開始人口と地域面積のひろさで規制される。S1では各地域の開始人口を等しく1000人としたため、人口爆発の初発点は面積とほぼ比例している。上図では $y=59x+4630$ の直線に回帰しており、その寄与率(R)は0.87とたかい。しかし各地域の人口を観察値[KOYAMA 1978]にかえると回帰式は $y=51x+3500$ とであるがその寄与率は0.35とひくくなるので人口爆発の初発点の早さは面積より開始人口数(あるいは初期の人口密度)に規制されることがわかる。

達し、その結果、他地域への移動がおこる）がおこる結果となった（図12）。

Ⅵ. シミュレーション 2 (S2)

1. シミュレーション 2 の条件

現実の問題としては、それぞれの地域は、面積が異なるとともに地形、森林帯、水資源のあり方に特徴をもつ。また縄文時代遺跡も内容、時代変化に地域的な差があることがしられている。そのような状況をよりよく反映させるために、第1回のシミュレーションでの、各地域の開始人口を等しく1000とするかわりに、遺跡数から推算した小山 [KOYAMA 1978] の縄文早期の人口数（表2a）を入れて第二の試算をおこなった（表5）。

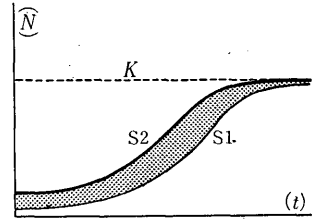


図13 シミュレーション2の人口増加曲線

を入れて第二の試算をおこなった（表5）。

2. シミュレーション 2 の分析

2.1. 概 観

結果をみると、全国計の人口の平均値は前回の試みとほぼ同じである。しかし偏差値はおおきくなり、とくに人口が安定状態に達する以前の段階での動きがはげしい。地域別にみると開始人口値のおおき東日本での変化がおおきい。その中心となっている、開始人口値が約1万とおおき関東地方では2000年代にすでに人口爆発がおこり、その影響がすぐに近隣の東北、北陸、中部、東海におよぶ。そのためこれらの地方では2000—4000年代にかけて急激な人口増がみられる。さらにその余韻は東海地方を通じて開始人口値の少ない近畿、中国両地方にまでおよんでいる。それによってこれらの各地域の人口飽和点に達する時期が、前回とくらべて1000—4000年とはやまっている。しかし中国、四国、九州地方では開始期の人口量の少なさの影響で停滞期に達する時間がおそい。開始人口値の差によって西日本と東日本には停滞状態に達して人口爆発がおこるまでの時間に顕著な地域差があらわれる（図12を参照）。

2.2. 地域性の成立

各地域の人口増加曲線を時間的に比較してみると、そのパターンにはほぼ三つの段階があることがわかる。

表5 シミュレーション2の結果(100試算による時代別人口量の平均と標準偏差)

a. 平均値と標準偏差値

地域 時代	東北	関東	北陸	中部	東海	近畿	中国	四国	九州	全国
1	20(0)	97(0)	4(0)	30(0)	22(0)	3(0)	4(0)	2(0)	19(0)	201(0)
1001	32(0)	159(0)	6(0)	49(0)	36(0)	4(0)	6(0)	3(0)	31(0)	331(0)
2001	54(0)	263(0)	10(0)	81(0)	59(0)	8(0)	10(0)	5(0)	51(0)	546(0)
3001	109(22)	316(0)	47(27)	151(17)	113(13)	13(0)	17(0)	8(0)	85(0)	865(20)
4001	206(37)	301(9)	122(51)	259(20)	130(4)	31(11)	29(0)	14(0)	140(0)	1237(48)
5001	347(56)	298(12)	196(45)	283(10)	129(6)	89(28)	48(0)	24(0)	231(0)	1648(64)
6001	539(70)	297(11)	227(20)	282(10)	126(8)	184(42)	80(0)	40(0)	381(0)	2160(79)
7001	631(22)	290(15)	228(12)	281(9)	126(8)	287(36)	207(29)	147(26)	412(2)	2612(51)
8001	636(21)	289(15)	228(13)	280(10)	126(7)	305(15)	293(14)	171(10)	396(10)	2729(43)
9001	634(18)	294(16)	225(13)	284(11)	128(6)	303(13)	293(15)	171(11)	393(12)	2729(41)
10001	631(20)	290(17)	227(12)	281(10)	127(9)	303(14)	291(16)	172(10)	391(14)	2717(52)

註) 平均人口の単位は百人。()内は標準偏差で百分の一の値で表示。

b. 人口増加率

地域 時代	東北	関東	北陸	中部	東海	近畿	中国	四国	九州	全国
0- 1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1- 2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2- 3	0.7	0.2	1.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3- 4	0.6	-0.0	0.9	0.5	0.1	0.9	0.5	0.5	0.5	0.4
4- 5	0.5	-0.00	0.5	0.1	-0.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.3
5- 6	0.4	-0.0	0.1	-0.0	-0.0	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3
6- 7	0.2	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.4	1.0	1.3	0.1	0.2
7- 8	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	-0.0	0.0
8- 9	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
9-10	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0

註) 時代は千分の一の値で表示。表中の数字はパーミル(‰)。

第一は、各地域で人口が自然増加している時期である。

第二はある地方で人口爆発がおこり、そのため周辺地域が影響をうける時代である。

第三は各地域で人口が停滞状態となる時期である。

上にのべた各期の人口変化の実体を具体的にみるために、シミュレーションの試算のなかから、平均的な例をとりあげてみる。人口増加の発展段階内で、任意に500年間をとり、その間の各地域における人口量の変化をみることにする。

第一期は1501-2000年の500年間をとった(図14a)。この時期には、各地域が他地域からの干渉(人口移動)をうけることなくそれぞれ独立に人口がふえつづけている。

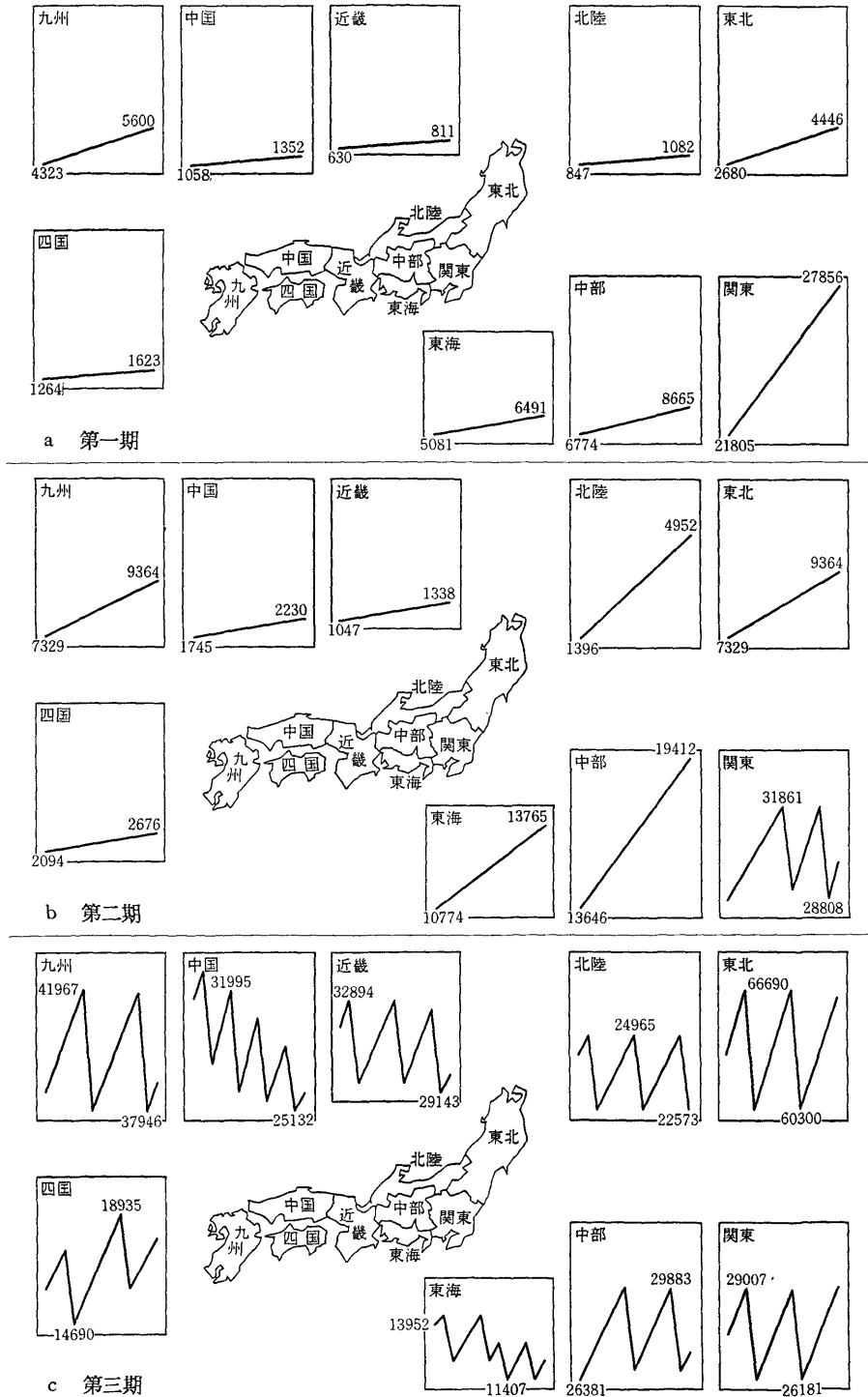


図14 シミュレーション2にあらわれた人口動態の地域性

人口グラフの勾配（実増加率）に差があるのは母数（開始人口）の差が反映されているためである。

第二期の例は2501―3000年をとった（図14b）。この時期、関東地方は他の地域に先駆けて人口許容量いっぱいの状態に達しており、定期的な増加、減少のサイクルがあらわれる。その影響は近接する東北、北陸、中部、東海におよび、それらの地域では、関東地方での人口爆発の結果としての人口を受け入れ、人口量が急激に増加している。いっぽう、九州、四国、近畿の開始人口がすくなく、人口変動の中心地からはなれた地方では、前段階とおなじ、ゆっくりした伸びをしめしている。

第三期は最終の500年間（9501―10000）をとった（図14c）。この段階では各地域とも、人口停滞の時代に入っており、人口が飽和点にたし、人口爆発が各地でおこっている。そのため、地域間に激しい相互干渉があり、人口の変化は複雑な様相をみせる。

2.3. 地域性の検討

以上の結果をまとめてみると、第一期は人口の安定増加期で、地域空間を順調に人が埋めていく時期だといえよう。各地域はほぼ均一な状態にあり、特徴をしめすものがない。つまりどの地域も人口量がすくなく人口密度がひくく、人口許容量に対して余裕のある比較的安定した状態である。そのため領域（テリトリー）の観念が未だうすく人口移動はあるとしても必然性のすくない時期といえる。そのような条件の社会では定着性がよわく、移住集団と既存の集団との間にあまりおおきな摩擦はおこらないと思われる。この段階は地域性が育ちつつある時代と考えることもできるが、むしろ地域間の文化授受がスムーズで同質の文化がひろまっている時代だと考えることもできる。

第二期は転換期で、特定の地域で人口量が許容量にちかくなり、人口の浸みだし（拡散）がおこり、その影響が周辺地域につよくあらわれる。人口圧のたかまりにより地域間文化交渉の活発化する時代だと考えられる。人口圧のたかい地域では、領域の観念があらわれ、定着性がつよまり、食糧資源をより多く獲得するための技術進化などがおこり、環境搾取がはげしくなるであろう。人口圧のつよい地域でおこった以上のような現象は人口爆発をきっかけとして人口移動とともに他地域へと伝播してゆく。しかし、人口を受容する地域では、人口圧が未だひくいいため、先進地域からのさまざまな文化現象をあまり摩擦をおこすことなくうけ入れるという状態になる。つまり特定地域を中心に文化の高まりと波及現象がみとめられる時代だといえる。このシミュレーションでは関東地方を中心としてそれがおこっている。それに反して、西日本はまだ前時代的な情況がつづいており、日本に二つの地域性が生じつつあることがわかる。

第三の時代は停滞期で各地域とも人口が許容量に近づき、全国的に人口圧のたかい時代である。このシミュレーションではある地域で人口爆発がおこるとかならず他地域へ移動し、そこである割合で人口減少がおこるというモデルをとっているため、人口が停滞状態になったあと増加と減少のサイクルがおこっている。しかし、現実の人間社会では墮胎、間引き、棄老などの社会的な人口抑制行為がおこることが知られており、そのような行為は人口増減の激しい動きをなだらかにする結果となってあらわれるはずである。このような状態の社会では定着化がつよまり、領域が細分化し、固定化する。そのため他地域との文化交渉もあまり活発におこらず、たとえば儀式的の繁雑化など社会の退嬰化がおこり、沈滞した活力のない社会になりやすい。また、人口の許容量と実数との間の幅がせまいため、天災や疾病などによる急激な人口の減少や崩壊がおこりやすくなることもかんがえられる [及川・宮本・小山 1979]。

VII. シミュレーション 3 (S3)

1. シミュレーション 2 の検討

シミュレーション 2 では 10000 年の期間を通じて各地域の最大人口密度 (M) が一定であるという条件をおいた。ここにいう最大人口密度は実質的に人口許容量 (K) の役割をはたすもので、人口はふえつづけ、 K にぶつかり、そのラインの下でこまかな増減をくりかえすというパターンが最終的に全地域に共通してあらわれる。

これは次の 2 点で非現実的であるといえる。

第一は時代的な環境変化を反映していないことである。縄文時代は最後の氷河期がおわる頃または後氷期の初頭にはじまった。その後、気候は温暖化し、約 6000 年前にそれがピークに達するがその後は冷涼化がすすんだことが知られている。塚田松雄は花粉分析の結果その期間を 4 期にわけて L (150—4500), RI (10500—1500), RIIa (4500—1500), RIIb (9500—4500), RIIIa (4500—1500) とし、L は日本全土がトウヒ、モミにおおわれており、RI はそれがブナ、ナラなどにおきかわる、RII 期はブナ、ナラ、ニレ、シナノキの諸属が極相林をつくる、RIIIa 期は(湿潤化のため)スギ、コウヤマキなどがふえる時期と、気候変化によって日本列島の植生がおおきく移りかわったことをのべている [塚田 1974a]。また気候変化により海面の高さがかわ

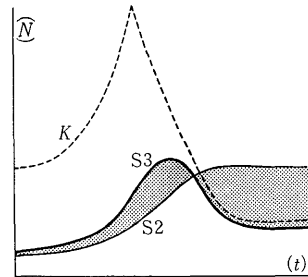


図15 シミュレーション3の人口増加曲線

り、たとえば関東平野では温暖化の極期 (ca. 6000) には海面が上昇して、海岸線が平野内部にふかく侵入し [湊・熊野 1968], その結果生産性のたかい浅海性内湾が一時的にあらわれたことが知られている。このような環境、とくに植物相 (flora) の変化は自然食糧資源の分布や生産量におおきな差があったことをうかがわせるに充分で、それに依存する社会の人口許容量にも影響があったはずである。

第二に人口分布に地域差が顕著にあらわれないことである。南北に細長い日本列島では北と南の温度差がおおきく、植物相は、東日本では落葉樹林、西日本では常緑樹林にわかれている。この二つの樹林帯では自然食糧資源の分布や生産量が異なっており [KOYAMA 1978], また狩猟や採集のための道具類にも地域的な差がみられる [AKAZAWA 1982]。つまり、東日本と西日本では縄文時代の遺跡の大きさ、内容、分布、総数に差があり、それはとりもなおさず人口量の差となっておりあらわれるはずだからである。

2. シミュレーション 3 の条件

時代的な気候変化によって各地域人口許容量が変わることを S 2 モデルに組みこんだのがシミュレーション 3 である。その条件は、はじめの 5000 年間は気候暖化の時代とし、落葉樹林帯が卓越する東日本（東北、関東、北陸、中部、東海）では 0.3 パーミルの年率で人口許容量が増加する。その後の 3000 年は冷涼化がすすむ時期とし、同じ年率で許容量が減少する、あとの 2000 年間は安定すると仮定した。一方常緑樹林帯の西日本（近畿、中国、四国、九州）では、最初の 5000 年間は温暖化がすすむが、夏季が乾燥していたため、環境はかえって悪化したのではないかというかんがえ [安田 1980: 97] を入れ、年率 0.3 パーミルで許容量が悪化するとした。そしてその後の温暖化の時期には環境が一定になるとした。

さらに人口変動を活発化させるために、環境が劣化、あるいは固定化した時期に人口爆発が連続しておこる場合には、過度の搾取がすすんで自然環境の劣化がおこる [PERALTA 1981] という条件を入れた。そのため人口爆発にともなう移動モデルに「疫病モデル」を入れ、それが「浸みだしモデル」と同じ確率でおこることにした。「疫病モデル」が選ばれた時にはその地域で急激な人口の減少がおこる。この条件が適用されるのは最後の 2000 年間とした。

このシミュレーションでは、人口許容量 (K) を変数としたため、東日本と西日本の K のあらわれかたに特徴的な差があらわれている。 K は東日本でははじめの 500 年間指数曲線でのび、その後 300 年間は同じ曲線で下降、その後は水平をたもつという

表6 シミュレーション3の結果(100試算による時代別人口量の平均と標準偏差)

a. 平均値と標準偏差値

地域 時代	東北	関東	北陸	中部	東海	近畿	中国	四国	九州	全国
1	20(0)	97(0)	4(0)	30(0)	22(0)	3(0)	4(0)	2(0)	19(0)	201(0)
1001	32(0)	159(0)	6(0)	49(0)	36(0)	4(0)	6(0)	3(0)	31(0)	331(0)
2001	54(0)	263(0)	10(0)	81(0)	59(0)	8(0)	10(0)	5(0)	51(0)	546(0)
3001	89(0)	434(0)	17(0)	134(0)	98(0)	13(0)	17(0)	8(0)	85(0)	900(0)
4001	147(0)	716(0)	29(0)	221(0)	162(0)	22(0)	40(6)	25(7)	113(0)	1480(1)
5001	243(0)	1181(0)	48(0)	365(0)	267(0)	38(2)	65(4)	38(2)	88(2)	2339(6)
6001	592(108)	655(26)	351(114)	609(26)	283(12)	56(6)	66(3)	38(2)	88(2)	2743(135)
7001	677(26)	313(15)	245(14)	305(12)	138(8)	58(7)	65(3)	39(2)	87(2)	1931(35)
8001	283(46)	131(28)	105(22)	125(23)	53(12)	60(10)	55(12)	33(6)	69(16)	922(65)
9001	275(55)	135(29)	105(23)	123(24)	58(12)	58(12)	55(11)	33(6)	75(14)	921(62)
10001	314(39)	153(13)	116(13)	141(16)	67(6)	65(6)	64(6)	37(3)	80(10)	1041(45)

註) 平均人口の単位は百人。() 内は標準偏差で百分の一の値で表示。

b. 人口増加率

地域 時代	東北	関東	北陸	中部	東海	近畿	中国	四国	九州	全国
0- 1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1- 2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2- 3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3- 4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.0	0.3	0.5
4- 5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	-0.3	0.5
5- 6	0.9	-0.6	0.2	0.5	0.1	0.4	0.0	0.0	-0.0	0.2
6- 7	0.1	-0.7	-0.4	-0.7	-0.7	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.4
7- 8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.9	-0.9	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.7
8- 9	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.1	-0.0
9-10	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

註) 時代は千分の一の値で表示。表中の数字はパーミル(‰)。

右すその長い山型になる。西日本では全体が東日本の5000年以後の曲線とほぼおなじ型になる(表6, 図16)。

3. シミュレーション3の分析

3.1. 東日本の状況

東日本の人口の動きは開始人口のおおい関東と面積の小さい東海で人口量がはやい速度でふえているし、人口許容量もふえるため、環境劣化の時代に入ってもしばらくは伸びがつづく。しかし5000年期中頃からその上昇線は下降してきて許容量のライ

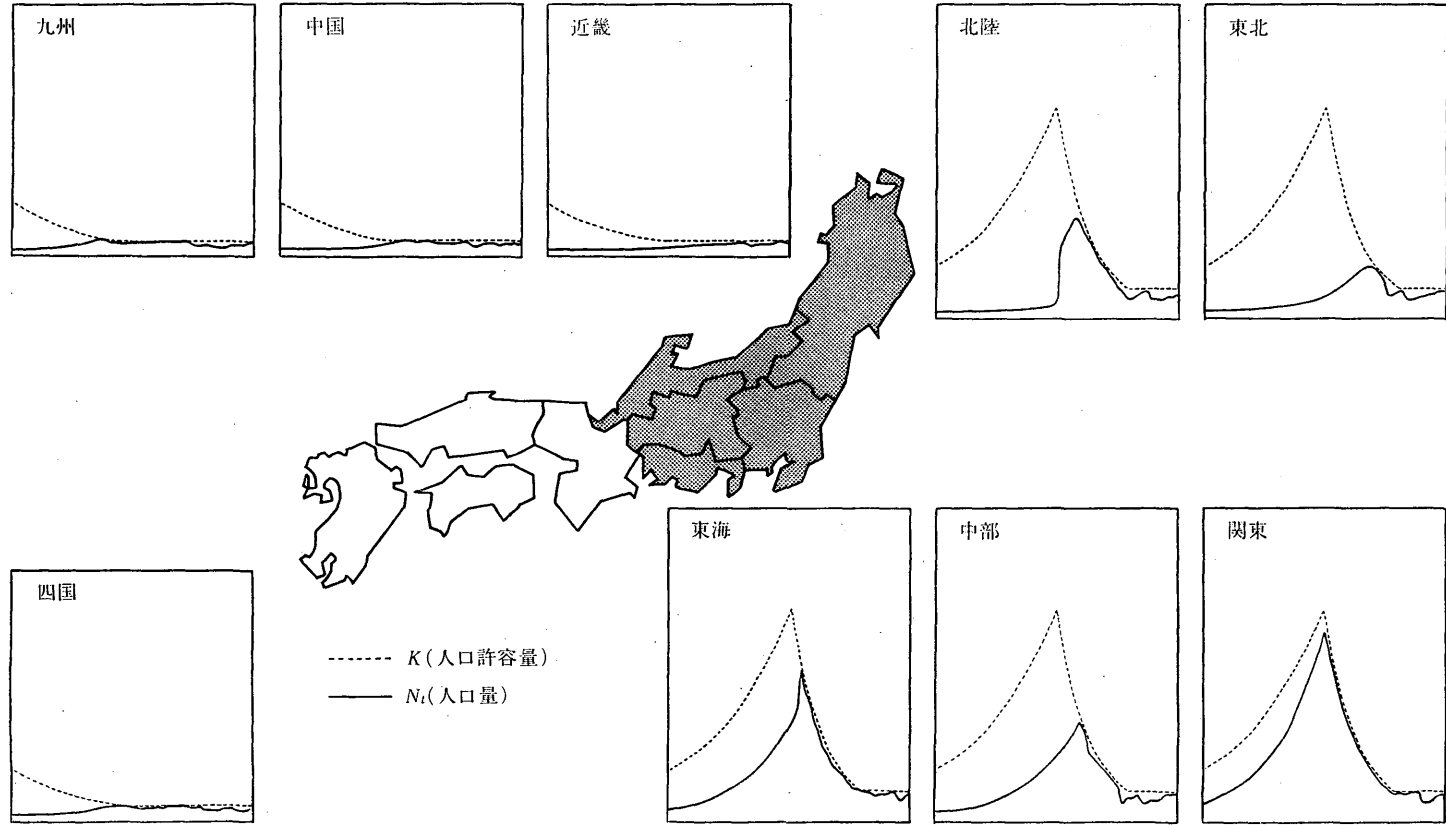


図16 シミュレーション3による地域別人口曲線

ンとぶつかり人口爆発がおこる。その後関東では人口量と許容量が衝突をくりかえし、許容量の減少にしたがって人口量は減ってゆく。しかし、地域面積にくらべて開始人口がすくなく、許容量がのびた東北、北陸、中部では、人口量と許容量の差に余裕があるため、関東から浸みだしてくる人口を受け入れる。つまり、環境劣化の時代になって関東地方がまき散らす人口を周辺地域が吸収して東日本の人口量がかえって増加するという、気候変化と人口量の顕著なタイム・ラグ現象がみられるのである(図17)。

この状態は寒冷期の末期(このシミュレーションでは7000年期)までつづくが、ついには各地方とも許容量と人口量の差がなくなり、東日本全体が飽和状態になる。しかもこの時期には K の値は依然降下しているので人口爆発の回数は加速的にふえ、全体の人口量がさがる。人口爆発が頻繁におこる状態では自然環境の劣化以外に、人間集団による自然搾取がすすみ、環境の荒廃がおこるであろう。その結果は、疾病モデルを導入した時代に明瞭にあらわれる。たとえば、図16にみるように、人口量のおおきな落ちこみは、東北、北陸、中部に2度、関東、東海に1度おこっている。しかし、急激な人口減のあとは、人口量と許容量の間に差ができ人口は回復にむかう。

3.2. 西日本の状況

西日本の人口の動きは、面積に対して開始人口がすくないために、条件づけした許容量の減少が止まる直前の低い K の値ではじめて人口爆発がおこる。その後は気候の安定期に入るので K 値は一定となる。そのため西日本の人口増加線は時代をとおしてほぼ一直線にちかいという特徴をしめす。そのため、西日本の人口量はすくなく、最大の時(このシミュレーションでは6000年代, 25,200人)で東日本の約10分の1にしかない。

人口量のひくさは西日本の人口動態におおきな影響をあたえている。第一に人口爆発に応じて人口が減少する場合(比率は一定にしてでも)、実人口数の減少はいたってすくない。第二に許容量と人口量の幅がすくないため、大人口の東日本の人口移動をうける余裕がほとんどなく、それが実質的には、東日本からの人口圧をうけつけない閉鎖状態をつくりだしているのである。

S3における気候変化を想定した条件づけは、東日本では人口量がおおく、その増

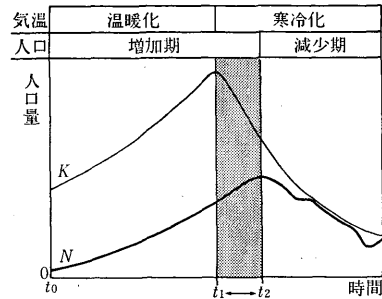


図17 気候と人口の変動にあらわれる最盛期(optimum)の時間差

加曲線の変動が激しいこと、西日本では人口がすくなく変化のないことなどの点では人口縄文時代の人口量の動き（表2）によく合った数値をシミュレートしたといえる。それは気候の暖化や寒冷化が環境（とくに植物を中心とする食糧資源の生産量）におおきな影響をあたえ、それが人口に反映するという仮設によく合い、縄文時代が狩猟採集を基礎とする自然経済に依存していたことを証明するようである。もちろん、環境の生産量と人口とは直接に相関するものではなく、自然生産を有効に利用する技術や知識の介在をかんがえる必要のあることはすでにのべたとおりである。そこで縄文時代の食糧獲得の技術はどのようなものだったか、とくにその時間的な変化はどうかをみることにする。

4. 縄文時代の生産技術

4.1. 狩 猟

狩猟具としては弓矢の存在を証明する石鏃が普通にみとめられる。石鏃は黒曜石やサヌカイトなど硬質の石材を丁寧に剥離加工した小型の石器で、早期にすでに完成された姿をみせている。

弓の発見例はすくないが、加茂遺跡（千葉県・前期）、是川遺跡（青森県・晩期）などからの出土例が知られている。弓は平均 1m くらいの短弓である。槍は旧石器時代とくらべるとほとんど出土例がない。ほかに遺構として落し穴らしきものがある（関東・前期—中期）。イヌは草創期（愛媛県・上黒岩遺跡）から遺骸が出土しており、時代をつうじてその例はおおい。動物遺骸の処理には旧石器時代以来のスクレイパー類が使用されていた。

このように狩猟技術はすでに縄文時代のはじまりから完備しており、出土遺物をみるかぎり時代がさかのぼるほどかえって精巧である。狩猟対象動物は貝塚や洞穴遺跡などからシカ、イノシシ、クマ、カモシカをはじめ70種ちかい動物が検出されている。

4.2. 漁 撈

貝塚は旧石器時代には知られていないもので、海環境の開発は、縄文時代の顕著な特質の一つである。酒詰仲男によると本州、九州、四国には836ヶ所の縄文時代の貝塚があり、貝類354種、節足類8種、きょく皮類3種、魚類71種などの水産資源が検出されている[酒詰 1961]。貝類の採集には特に道具は必要としない。漁具については早期にすでにツリバリ、モリ、ヤス、石や土器片を加工したオモリ（網につかたと考えられている）などほとんどすべての漁具が関東地方を中心とする遺跡から検出されている。土製のオモリは内陸部にもおおく、河川漁業もさかんだったことがわかる。

その後の技術的な進歩としては、後期の東北地方の海岸部に開窩式離頭銛があげられるくらいである。

4. 3. 採 集

縄文時代の遺跡から検出された植物性遺体は30種をこえるが、そのうちもっとも出土例のおおいは堅果類である。時代的にみると早くはクルミ、クリ、シイなどの生食できるもののおおいが、のちアク抜き技術が必要とするドングリ類、トチなどがふえる。アク抜き技術の発達について松山利夫は、熱処理の方法があることに注目して土器の発生とむすびつけ、東日本ではそうした技術がはやくから存在したと考えている【松山 1977】。江坂輝弥は関東地方の中期の大型遺跡のおおきが湧泉のある台地に立地し、そこでは石皿、すり石、たたき石、打製石斧など加工具もおおいことから、水さらしによるアク抜きがこの頃の重要な食品加工技術だったことを指摘した【江坂 1944】。渡辺誠はこれらの石器のセットが前期から中期にかけて西関東から中部山岳地帯で確立し、後期には九州にまで広がったと考えている【渡辺 1983】。

ほかに、有用野生植物として重要だったと考えられるヤマイモ、クズ、ワラビ、テンナンショウなどの根茎類は発見されてないが、打製石斧がこれらの根茎をほり取るための用具だとする意見もある。打製石斧は関東地方で早期末にすでに存在していたことが知られている。

4. 4. 農 耕

最近、発掘技術の進歩によって数多くの栽培植物が検出され報告されている【小山 1981】。前期の遺跡からはソバ、ヒョウタン、リョクトウが出土しており中期にはムギ類、エゴマなどの出土が知られている。タロイモなどの根茎は出土例はないがすでに存在していたことは充分予想される。したがって縄文時代に農耕がはじまった可能性はつよい。佐々木高明はその形態が焼畑農耕であろうと示唆している【佐々木 1983】。

農耕具としては打製石斧や石鍬などがあげられているが、特に専門化した道具はすくない。

以上の事実からわかることは、縄文時代には狩猟、漁撈、採集の知識や技術はすくなくとも早期末に、ほとんどの要素がととのっており、それが前期から中期にかけて東日本で組み合わせられ、ととのえられていったことがうかがえる。S3 のシミュレーションでは、気候良化という条件で東日本の許容量を一定の率でのばしていった。しかしこの場合、許容量の増加は良好な、安定した環境のなかで（人口の急激な伸びにしめされるような）文化的活性にみちた社会が、効果的な搾取システムを整備したと考えるべきであろう。

縄文時代の食糧経済のなかには前述のように、栽培植物がふくまれており、農耕がおこなわれた可能性はたかい。しかし、植物遺体の一件あたり出土量は、大陸の遺跡やのちの弥生時代の出土例と比べるとまことに少なく、本格的な農耕社会であったとはいいい難い（国立民族学博物館でおこなわれた第三回国際シンポジウムにおける張光直

博士のコメント，1979）状態で、栽培植物が縄文時代の食糧の核となっていたとは考えられない。もし、農耕があったとしても、それが東日本の気候が劣化する後期以降の人口崩壊をささえきれなかったという事実がその農耕システムと生産性がいかにぜい弱なものであったかをしめしているといえるだろう。

縄文農耕がどんな型をとり、どこではじまったのだろうか。まず、縄文の農耕が焼畑だったと仮定してみよう。焼畑農耕は森林を焼いて開き、一定期間利用したあと（生産力がおちるので）それをすてつぎの土地にうつる。すてられた畑に二次林が生じ、生産力が復元するまでには20年ちかくの年月を必要とするといわれ、一定の生産量をたもつ焼畑システムを維持するためにはすくなくとも一家族（5人）で20ヘクタールという広い面積の確保が必要である〔佐々木 1972〕。

縄文遺跡のあり方を、中期遺跡のおおい東日本でサンプリングし、東京と新潟で4平方キロメートル・メッシュのトランセクトをつくってしらべてみる。その際メッシュ内に遺跡があるとその全域が利用されたと仮定する。その結果これらのトランセクトでは27パーセントのメッシュが利用され、米作のおこなわれた土師器の時代（18パーセント）よりその数がおおい（表7）。狩猟や採集に依存する縄文中期経済における土地の利用は多様でひろかったことがわかる。すると、そのような状態で人口圧がたかまったとき、森林を焼きはらう焼畑農耕は、既存の食糧源をつぶすことになってしまい、本来保守的な人間の社会の性格からみて成立の難しい技術だといえる。

5. 人口密度と K 密度

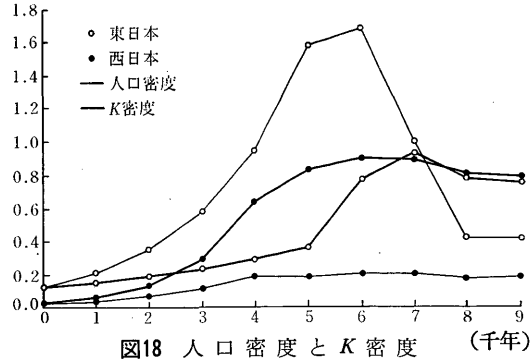
以上の仮定が正しいとすれば焼畑農耕が人口密度のたかい東日本ではなく、低い西日本で始められたとする佐々木らの（一見矛盾する）仮説の成立する可能性のほうがたかい。その理由はつぎのように説明されるだろう。

表7 トランセクトにあらわれた土地利用の変化（[Koyama 1978]による）

地 域	時 代		
		縄文中期	土師期
北 陸(新潟)		158(26)	108(18)
関 東(東京)		177(27)	114(17)
中 国(山口)		16(3)	132(25)

註) () 内はトランセクトの総数にたいする百分率

人口密度をあらわす指数は、実際には二つの種類がある。それは対面積比である真の人口密度 $[N(t)/S]$ と、対人口許容量比の密度 $[N(t)/K]$ である。後者をここでは K 密度とよぶことにする。シミュレーション3の結果からこれら二つの指数の時代的変動をしめたのが図18である。二種の人口



口密度は東日本と西日本では対照的である。すなわち真の人口密度は東日本でたかく(最大値1平方キロメートルあたり1.7人)、西日本はひくい(おなじく0.2人)。それに反して K 密度は西日本でたかく、とくに中葉から飽和点にちかづき、飽和状態がながくつづく。それに対して、東日本は西日本とくらべ飽和点に達する時期が2000年ちかくおくれ、真の人口密度との幅に余裕がある時期がつづいている。すでにのべたように K 値は人間社会の知識や技術までふくむ総合値と考えられるので、現実には真の人口密度の低い西日本の縄文社会の方がながく人口圧に苦しんでいたといえることができる。しかし真の人口密度のひくい西日本にはひろい食糧資源のスペースが未開発のまま存在していたわけで、そこに新しい食糧資源獲得技術の展開の場がのこされていたのである。このように考えると、次の弥生時代に日本の人口動態の歴史にあたりし時代を画することになる水稻耕作技術の導入の様相はまことに示唆的である。

VIII. シミュレーション 4 (S4)

1. シミュレーション4の条件

採集社会から本格的な農耕社会への転換過程をみるため S4 では以下のような条件をつけた。

- 1) 水稻耕作技術は九州へ最末紀後半(ここでは9500年以降)にはいる。
- 2) 他地域への技術伝播は年率4パーセントの確率でランダムにおこる。
- 3) 伝播はあらかじめいくつかの経路を指定してある(サブルーチン・ROUTEの項を参照)。

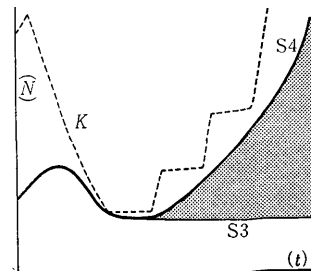


図19 シミュレーション4の人口増加曲線

表8 シミュレーション4の結果(100試算による時代別人口量の平均と標準偏差)

a. 平均値と標準偏差値

地域 時代	東北	関東	北陸	中部	東海	近畿	中国	四国	九州	全国
1	20(0)	97(0)	4(0)	30(0)	22(0)	3(0)	4(0)	2(0)	19(0)	201(0)
1001	32(0)	159(0)	6(0)	49(0)	36(0)	4(0)	6(0)	3(0)	31(0)	331(0)
2001	54(0)	263(0)	10(0)	81(0)	59(0)	8(0)	10(0)	5(0)	51(0)	545(0)
3001	89(0)	434(0)	17(0)	134(0)	98(0)	13(0)	17(0)	8(0)	85(0)	899(0)
4001	147(0)	715(0)	29(0)	221(0)	162(0)	22(0)	35(5)	20(6)	126(0)	1479(0)
5001	242(0)	1178(0)	48(0)	364(0)	267(0)	38(2)	65(3)	38(2)	87(2)	2331(5)
6001	589(99)	657(21)	359(110)	618(30)	284(13)	56(7)	65(3)	38(2)	88(2)	2758(119)
7001	690(30)	322(17)	249(14)	311(10)	140(8)	59(6)	65(3)	38(2)	87(2)	1965(43)
8001	347(10)	158(9)	126(5)	154(5)	69(4)	63(4)	66(3)	38(2)	87(3)	1112(20)
9001	346(11)	159(8)	125(6)	154(5)	69(4)	66(4)	65(3)	38(2)	86(2)	1113(18)
10001	347(11)	158(9)	125(6)	154(6)	491(118)	563(123)	597(126)	339(77)	967(106)	3746(439)
11001	347(9)	132(17)	92(16)	116(21)	661(24)	1541(62)	1477(68)	850(55)	1985(71)	7206(134)

註) 平均人口の単位は百人。()内は標準偏差で百分の一の値で表示。

b. 人口増加率

地域 時代	東北	関東	北陸	中部	東海	近畿	中国	四国	九州	全国
0- 1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1- 2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2- 3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3- 4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.4	0.5
4- 5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	-0.4	0.5
5- 6	0.9	-0.6	2.0	0.5	0.1	0.4	-0.0	0.0	0.0	0.2
6- 7	0.2	-0.7	-0.4	-0.7	-0.7	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.3
7- 8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	0.1	0.0	-0.0	-0.0	-0.6
8- 9	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.1	-0.0	-0.0	-0.0	0.0
9-10	0.0	-0.0	0.0	0.0	2.0	2.1	2.2	2.2	2.4	1.2
10-11	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	0.3	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7

註) 時代は百分の一の値で表示。表中の数字はパーミル(‰)。

4) 水稻耕作技術が導入されると最大人口値は5倍, 増加率は10倍(5パーミル)にふえる(サブルーチン・TECHNIの項を参照)。

5) 水稻耕作技術はかりに東海地方まで伝播するとした。

100回試算の結果は表8のとおりである。

2. シミュレーション4の分析

西日本の実人口増加率をみると水稻耕作技術の入った9000年代にはまだ停滞状態が

つづいているが、その後の1000年間は東海以西の地域で急激な上昇をみせる。それにともないこれらの地域の人口密度も着実にあがってゆく。この1000年間のうちに縄文時代的人口停滞がつづいている東日本との人口量の逆転がおこるのである。

シミュレーションの結果をみると 9500—11000 年までの間に確率にめぐまれて水稻耕作が急速に（200年ほどのうちに）東海まで達するもの、伝播途中 1—3 回のステップをおきながら拡散するものなどのさまざまなケースがみられる。いずれの場合にも人口増加曲線は前代までの停滞にくらべ急速な伸びをみせる。

新しい食糧生産技術である水稻耕作は、前期遠賀川式土器の急速な伝播に証明されるように（ K 密度の高さのために）人口圧のつよかった西日本で順調に受け入れられた。前章にのべたように、食糧獲得技術のイノベーション（とくに農耕）のはじまる状況を考えると、水田稲作農耕の開始にはまことに理想的な状況にあったといえる。つまり水稻耕作が、堅果類を主食とする森林型経済の縄文時代にはほとんどかえりみられることのなかった沖積平野に生産の場をもっており、旧来の食糧資源の場であった森林帯にほとんど手をつけることなく食糧をふやすことができたからである。しかも水稻耕作がはじめにひろまった西日本では、すでに先行して焼畑農耕が存在しており、受け入れのための条件（precondition）がととのえられていたのである。水稻は単位面積あたりの生産量がたかく、収穫が安定し、連作がきくという効率のたかい食糧である。イネの存在は九州で縄文時代の後期から知られ [藤原 1982]、晩期には明確な水田（九州・板付遺跡）が発見されている。そして水稻耕作は弥生時代の前期には西日本にひろく拡散し、その後東日本にも波及していった。縄文時代の後半に激減した日本の人口が停滞をぬけだし、ふたたび急速にのびるのは水稻耕作の普及によることはあきらかである。

IX. ま と め

本論はデータによって現象を分析する方法に対して、データを生み出している潜在構造を考え、それによって実際のデータとの比較・検討をおこなう「合成による分析」を目的としたものである。そのための主題として、日本の先史時代の人口をとりあげ、その算出のためのシミュレーション・プログラムをつくった。

本論文ではまず簡単なプログラムからはじめ、その結果を検討し、順次条件を加えたものへとすすむシミュレーション・プログラム作成のプロセスをしめた。

シミュレーションは第一に、人口量 (N) が時間の経過にしたがって一定の増加率

(7) で指数関数的に増加し、定められた許容量 (K) にたつと増加がとまる。第二に人口が許容量にたつと人口爆発がおこり、その時一定の割合の人口が他へ移動するという仮定に基づいている。そのため、あらかじめ北海道と西南諸島を除く日本を9地域にわけ、それぞれの地域が独自の開始人口をもち、そこで人口が増加し、人口爆発がおこると他地域へ人口の一部が移動するとした。

これらの条件に基づいてシミュレーションプログラムをつくり国立民族学博物館のコンピュータ (IBM 4341-P02) により演算をおこなった。

シミュレーション1は上にのべた条件(指数関数増加、人口爆発、移動)のもとで、各地域の開始人口を等しいとした。その結果、人口増加曲線は地域別、全国計ともロジスティック曲線を描いた。

人口変動を地域ごとに検討すると許容量をみたすまでの時間差があり、それは面積と開始人口に起因していることがわかった。人口爆発がどこで最初におこったかは、その後の人口の流れをきめるおおきな要因になるのである。

そのため、シミュレーション2では各地域の開始人口を観察値 [KOYAMA 1978] にかえた。その結果、関東を中心として初期人口値の高い東日本で、人口変動がはやくおこり、西日本ではそれがおくれるという傾向が明確にうかびでた。

縄文文化は東と西でおおきな地域差があったことが知られている。その差は言語、住居、社会組織からパーソナリティや体格のちがいとなって現代までもちこされているという意見もある。

ところで、縄文時代の遺跡をみると、東日本のものは西日本とくらべて分布が濃密であり、規模が大きく、遺物や遺構の数や種類も豊富である。しかし、人口許容量が各地域とも一定であるという仮定にたつシミュレーション2までは、時代的なずれはみられるものの、究極的には全国的に人口密度が等しくなるという結果におわり、その差があらわれない。そうすると東と西の差をつくりだしたものは人口許容量の差であった可能性がたつ。自然経済社会の人口許容量は地域の食糧生産量に制限されるという考えがある。縄文時代は気候の暖化がすすむ氷河期のおわり、あるいは後氷期初頭にはじまった。気候暖化は約6000年前にピークに達し、その後は寒冷化がすすんだ。その影響で日本列島の植生はおおきくかわったことがわかっている。東日本では気候暖化の間、植生が針葉樹林からブナ、ナラを中心とした落葉樹林へとかわっている。落葉樹林帯には堅果類のなる樹種がおおく、その結果、縄文時代には堅果類が主食になった。ところが堅果類は寒冷で湿潤な気候下ではその生産量が極端に低下することが知られている [並河 1981]。つまり人口許容量との相関がたかい環境の生産

性は、東日本では気候の暖化とともに上昇し、寒冷化にともなって下降したことが予想できる。一方、西日本では、気候暖化の時期には夏期の乾燥がたつよく、環境条件はかえって悪化したと考えられている。

シミュレーション3ではこれらの点を考慮して東日本では気候暖化の間、人口許容量(K)が増加し、寒冷化する時は減少するとした。西日本では暖化の時は K 値が下がり、寒冷化の時は一定状態をたもつとした。その結果、東日本では人口量がおおくなり、気候変化にともなって人口曲線にもおおきなうねりができた。また気候と人口のピークに時間差(気候悪化ののちにも人口増はしばらくつづく)の生じる現象もシミュレートすることができた。それに対して西日本の人口量は時代をとおして伸びず、変動もほとんどないという結果がでた。

人口許容量は自然の生産性だけでなく社会集団の技術システムにもかかわる複雑な要因をふくんでいると考えられる。そこで縄文時代の食糧生産技術にかかわる狩猟・漁業・採集の道具類を時代的に検討すると、そのほとんどが縄文時代のはじまりから用意されていたことがわかった。気候暖化の時代は東日本では人口上昇がつづき、さかんな地域間交流が予想される時期である。そのような情勢のなかで知識や技術は集約され組織化され、社会の生産性があがり、その結果、人口許容量がおしひろげられた文化高揚期でもあったと考えられるのである。

人口動態の変化がとばしかった西日本で、後期、おそくとも晩期には焼畑農耕がはじまったという一見矛盾する仮説がある。そして、それにつづいて晩期には水稻耕作がはじまり、急速に伝播した事実はおおくの発掘によって証明されている。この農耕に関する仮説と歴史的事実は二種類の人口密度によって説明できる。西日本では「地域面積に対する」人口密度(いわゆる人口密度)は低かったが、「人口許容量に対する」密度(本論での K 密度)はきわめて高い状態がつづいたことをシミュレーション3はしめている。

すなわち、人口許容量に起因する人口圧の持続的なたかさが、あたらしい食糧生産技術の受け入れのひきがねになったとかんがえられる。焼畑農耕に必要な広大な傾斜地や水田稲作のための沖積平野は西日本では食糧生産の場としてほとんどかえりみられることのなかった地形であったため、伝統的な生産の場とは重複せず、そのためあたらしい生産技術として容易に受容されることになったのであろう。それとともに焼畑農耕の先行は、のちの本格的な水稻農耕社会への移行のプレコンディションの形成におおきな役割をはたしたと考えられる。

それに対して、堅果類の採集や狩猟など山地型の森林経済に依存していた東日本で

は、人口密度がたかかったため、生産の場が競合する焼畑農耕を受け入れる余地がなかった。しかし未使用に近かった低湿地への水田稲作の受容は比較的円滑におこなわれた。ところが、全体的にみて、農耕受け入れのプレコンディションがととのっていなかったため、稲作の受容の速度はおくれ、弥生時代になっても縄文の文化的要素を色濃くのこすことになる。

シミュレーション4はシミュレーション3で組み立てられた縄文時代の特徴的な人口動態（増加・停滞・減少のサイクルをもつこと、日本列島の東西に明瞭な人口差があること）にくわえて、水稻耕作の受容によってあたらしい局面へと急速に転開してゆく様子、すなわち狩猟採集社会が成熟しそれが農耕社会へ移行するという歴史的過程をよく反映したものになった。

今回のシミュレーション・プログラムの作成と試算は、はじめての試みであるため、できるだけ簡略な構造にした。したがって、将来にのこした問題はおおい。とくに開始人口、人口増加率の定数や地域設定、移動の実態は固定が困難であった。そのため定数は試算をくりかえし、説明に便利なものをえらんだ。また、人口許容量 (K) の変動をあきらかにするために、自然変化や技術進化についてより実証的な説明をくわえる必要がある。この論文の目的は実数の算出ではなく先史時代人口の潜在的な構造から生み出されるデータを説明することにある。したがって、時間と人口量についても既存の推計と厳密に対比させることはせず、全体的な動きにとどめ巨視的に人口の動きをとらえることにつとめた。今後の展開を期したい。

文 献

AKAZAWA, Takeru

1982 Jomon People Subsistence and Settlements: Discriminatory Analysis of Later Jomon Settlements. 『人類学雑誌』第90巻別号: 55-76。

AMMERMAN, Albert J., L. L. CAVALLI-SFORZA & Diane K. WAGENER

1973 Toward the Estimation of Population Growth in Old World Prehistory. In Ezra B. W. Zubrow (ed.), *Demographic Anthropology*, Univ. New Mexico Press, pp. 27-61.

江坂輝弥

1944 「武蔵野台地の中期縄文式文化期源泉周囲集落について」『人類学雑誌』59(1): 6-9。

藤原宏志

1982 「プラント・オパールからみた縄文から弥生一縄文晩期から弥生初頭における稲作の実証的検討」『歴史公論』8(1): 63-70。

鬼頭 宏

1983 『日本二千年の人口史』PHP 研究所。

国土地理院

1972 『全国都道府県市町村面積調』国土地理院。

小林和正

- 1979 「人口人類学」人類学講座編纂委員会編(小林和正責任編集)『人類学講座第11巻 人口』雄山閣, pp. 63-129。

KOYAMA, Shuzo

- 1978 Jomon Subsistence and Population. In Mikiharu Itoh (ed.), *Senri Ethnological Studies 2, Miscellanea 1*, pp. 1-65.
1981 A Quantitative Study of Wild food Resources. In Shuzo Koyama and David Harst Thomas (eds.), *Senri Ethnological Studies 9, Affluent Foragers: Pacific Coasts East and West*, pp. 91-115.

小山修三

- 1981 「縄文時代の食糧」『歴史公論』7(12): 44-51。
1983 「人口変動と稲作の成立」佐々木高明編『日本農耕文化の源流』pp. 347-373。

松山利夫

- 1977 「野生堅果類, とくにトチノミとドングリ類のアク抜き技術とその分布」『国立民族学博物館研究報告』2(3): 498-540。

湊 正雄・熊野純男

- 1968 「自然変化の素因と古生物」『新版考古学講座 3 先史文化』雄山閣, pp. 3-13。

並河淳一

- 1981 「クリの生産と品質におよぼす異常気象の影響とその対応策」『果実日本』36(6): 58-60。

PERALTA, Jesus, T.

- 1981 Contemporary Incipient and Swidden Cultivation in Phillippines. In Shuzo Koyama and David Harst Thomas (eds.), *Senri Ethnological Studies 9, Affluent Foragers: Pacific Coasts East and West*, pp. 159-176.

PETERSON, Nicolas

- 1981 Introduction. In Nicolas Peterson (ed.), *Aboriginal Land Rights—a Handbook*, Canberra: Australian Institute of Aboriginal Studies, pp. 1-11.

PIANKA, Eric R.

- 1978 *Evolutionary Ecology*. Harper & Row. Pub.

及川昭文・宮本定明・小山修三

- 1979 「貝塚データベース」『国立民族学博物館研究報告』5(2): 439-470。

ROWLEY, C. D.

- 1972 *The destruction of Aboriginal Societies*. Pelican Books.

酒詰仲男

- 1961 『日本縄文石器時代食糧総説』土曜会。

佐々木高明

- 1972 『日本の焼畑』古今書院。
1983 「稲作以前の生業と生活」『日本民俗文化大系第3巻 稲と鉄』小学館, pp. 57-130。

沢田吾一

- 1927 『奈良朝時代民政経済の数的研究』富山房。

芹沢長介

- 1968 『石器時代の日本』筑地書店。

杉田繁治

- 1984 「贈答のモデル論的考察」伊藤幹治・栗田靖之編『日本人の贈答』ミネルヴァ書房, pp. 45-57。

塚田松雄

- 1974a 『花粉は語る』岩波書店。
1974b 『生態学講座 27-b 古生態学Ⅱ一応用論一』共立出版。

渡辺 誠

- 1983 「採集対象植物の地域性」『季刊考古学』1: 28-31。

小山・杉藤 縄文人ロシミュレーション

山内清男

1964 『日本原始美術Ⅰ』 講談社。

1969 「縄文文化の社会」『日本と世界の歴史1 古代』 学習研究社, pp. 86-97。

安田喜憲

1980 『環境考古学事始』 日本放送出版協会。