

人類文化の伝播の定量的な扱い

青 木 健 一*

Cultural Transmission in Humans: A Quantitative Approach

Kenichi AOKI *

Abstract

Aspects of cultural transmission in humans are reviewed with special reference to evidence for and against vertical (parent-to-child) and non-vertical transmission. Henrich's (2001) model of biased horizontal transmission may satisfactorily account for the S-shaped adoption curves (*e.g.*, for the spread of hybrid seed corn). The demic expansion hypothesis for the spread of early farming in Europe (Ammerman and Cavalli-Sforza, 1971, 1973) is reevaluated in the light of new theoretical results (Aoki *et al.*, 1996). Hewlett *et al.*'s (2002) test of the demic expansion, acculturation, and cultural-materialistic hypotheses on 36 African ethnic groups is described.

Key words: vertical transmission, S-shaped adoption curve, demic expansion, acculturation

キーワード: 垂直伝達, S-字型採用曲線, 繁殖集団拡大, 文化変容

I. はじめに

筆者の手許にある国語辞典で「文化」を引くと、「人間が、その精神の働きによって地上に作り出した、有形・無形のもののすべてで、学習によって伝承してゆくもの」とある。この定義が示しているように、文化の文化たる所以は、その内容でない。本質的な部分は「学習によって伝承してゆく」ありさまである。すなわち、文化の特徴はその伝達（伝播）にあるといえる。

人類文化を科学的に研究するためには、伝播の事例を詳細かつ定量的に記述し、現象を支配している法則を演繹的に導かなければならない (Cavalli-Sforza and Feldman, 1981; Boyd and Richerson, 1985)。この枠組みの中で、たとえば次のような問題に対する答えが求められている。

人間の知識、行動、技術、規範など（下記参照）は、どこまで文化によって決定されるのか。文化的に受け継がれる場合、具体的に誰から誰へ伝わるのか。伝達経路の違いは、文化のダイナミクスにどう影響するのか。人間はなぜ非適応的な行動をも真似するのか。文化の地理的伝播を支えているメカニズムは何か、などである。

以下、人類文化の伝達（伝播）に関する幾つかの新しい知見について報告する。

II. 伝達経路

個体学習とは、試行錯誤や洞察によって、未経験の状況に自力で対処することを意味する。これに対し、他者の取った対策を参考にすることを社会学習という。社会学習の具体的な手段は、模倣や教育・指導であることが多い。ヒト以外の動物

* 東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻

* Department of Biological Sciences, the University of Tokyo

の社会学習については、田中（1999a, b）が詳しい。この、社会学習による情報の伝達が、すなわち文化伝達である。情報が正確に伝達されるとき、人類特有の蓄積的な文化が可能となる。

Dawkins（1976）は、社会学習によって伝達される情報が離散的な構成単位に分割できるとし、この情報の単位をミーム（meme）と呼んでいる。言うまでもなく、多くのいわゆるミームは、その境界が不鮮明である。しかし、下記に紹介する研究がそうであるように、文化の伝達に関する定量的な研究は、暗にあるいは第一近似としてミームの存在を仮定している。ただし、情報を観察することは困難なので、代わりに情報がもたらす行動、技術、規則など（すなわち観察できる表現型）をミームと同一視するのが普通である。

ミームは誰から誰へ伝わるのか。Cavalli-Sforza and Feldman（1981）は、3つの経路を区別している：親から子へ（垂直伝達）、直系子孫以外の次世代以降へ（斜行伝達）、および同世代へ（水平伝達）である。

「伝統的な」社会（採集狩猟民、農耕牧畜民など）では、垂直伝達が重要であるといわれる。たとえば、アカ族（中央アフリカ共和国南部の熱帯雨林に分布するピグミー）は、狩猟や食物採集法など、生活に欠かせない技術を親から学ぶ場合が圧倒的に多い。Hewlett and Cavalli-Sforza（1986）は、このことを面接調査によって確認した。とりわけ、母から娘へ、父から息子へのミームの伝達が目立つ。また、弓矢、矢尻、土器などの制作技術の習得に関する民族資料をまとめたShennan and Steele（1999）によると、やはり（同性の）親が主要な教育者である。ただし、伝統的な社会であっても新しい技術が広がるときは、斜行・水平伝達が関与するようである（Hewlett and Cavalli-Sforza, 1986; Shennan and Steele, 1999）。

III. 雑種トウモロコシの伝播

Ryan and Gross（1943）は、米国アイオワ州の農家が雑種トウモロコシを採用する過程を調査した。この農村社会学的研究は、新しい技術の伝

播を扱った古典的研究とされている。雑種トウモロコシとは、雑種強勢による収量増加を図ったトウモロコシの新品種であり、1920年代後半に革新的な農業技術として登場した。Ryan and Gross（1943）は、259軒のトウモロコシ農家を対象に、雑種トウモロコシの作付けを始めた年を、各々の農家の記憶を頼りに決定した。この面接調査が行われた1941年には、ほとんど（257軒）の農家が既に雑種トウモロコシを採用していた。

図1は、雑種トウモロコシの普及率を年次別に示したものである（Henrich, 2001, Fig. 1を改変）。新しい技術が伝播するようすは、経過時間と累積採用者頻度の関係をグラフにすると（採用曲線と呼ぶ）、しばしばこのようなS-字曲線で表される（Rogers, 1995）。また、左裾が長いことも多くの採用曲線に共通する特徴である（Henrich, 2001）。

ところで、図1の採用者とは、新旧両品種を併用している（部分転向）農家も含んでいる。多くの農家はいきなり雑種トウモロコシに全面的に転向したのでなく、年とともに新品種の作付面積を徐々に増やしていったのである。各々の農家が採用初年に作付した面積は、中央値にして28%であった（Ryan, 1948）。面白いことに、比較的遅く雑種トウモロコシの作付けを始めた農家も、近隣の既採用農家が高い収量を上げているにもかかわらず、自分で試すという手順を省いていない。

この記述からすると各々の農家が試行錯誤の末に雑種トウモロコシを採用したかのように見える。事実そうならば、雑種トウモロコシが伝播したという表現は不適切である。しかし、各々の農家が独立に判断したならば、毎年、未採用者の中の一定割合が転向するはずであるから、未採用者の数が少なくなるにつれて転向者の数も減るはずである。すなわち、採用曲線は上に凸の増加曲線になり、図1のようなS-字曲線は観察されない（Henrich, 2001）。ちなみに、動物の「文化」として有名なニホンザルの芋洗いは、採用曲線が上に凸であるため（Henrich, 2001）、この行動が個体学習によって成立した可能性が示唆される（田中, 1999a, b）。

採用曲線のS-字形状は、基本的には未採用者と既採用者が「接触した」とき、前者の一部が後者

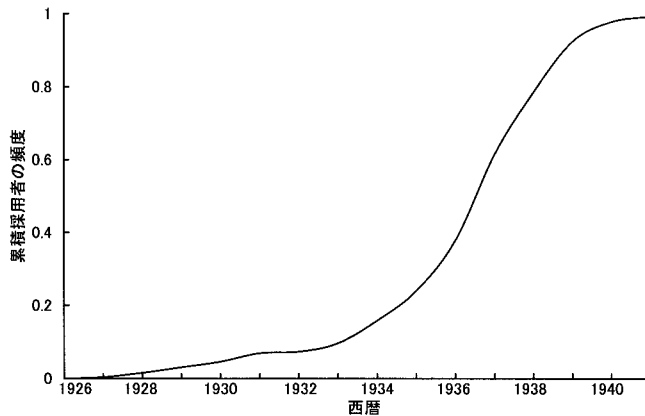


図 1 米国アイオワ州で 1926 年から 1941 年の間に雑種トウモロコシを採用した農家の累積頻度。
この採用曲線の S- 形状および長い左裾は、新しい技術が伝播するときにしばしば見られる特徴である。Henrich (2001) の Fig. 1 を改変。

Fig. 1 Adoption of hybrid seed corn by Iowa farmers.

から社会学習して(部分)転向することに由来する。逆方向の社会学習も勿論ありうるが、利益が勝る雑種トウモロコシのほうへのバイアスがあって不思議でない(固定偏向伝達)。未採用者と既採用者の接触機会は、両者の頻度が等しい(累積採用者頻度が 50% となる)ときに最多であるため、曲線の勾配もこのときが最大である。実際、アイオワ州の農家は、雑種トウモロコシを採用するにあたって、近隣の既採用農家の影響を強く受けていた (Ryan and Gross, 1943)。すなわち、新しい技術が水平伝達によって広がったと考えられる。

しかし、図 1 の採用曲線の形状は、固定偏向伝達のみでは説明できない。なぜならば、固定偏向伝達のみが関与しているならば左右対称な採用曲線が予測されるが、実際には既に述べたとおり左裾が長い。Henrich (2001) によれば、その原因は大勢の意見に迎合する人間の心理であるという。この心理が社会学習の際に作用すると、同調伝達起きる。すなわち、被伝達者は参考にした他者の過半数が有しているミームを受け入れ易くなる。結果として、すでに過半数を占めているミームの頻度はさらに増え、逆に半数割れしているミーム

の頻度は減る。累積採用者頻度は固定偏向伝達によって増加する傾向にあるが、既採用者が少ないうちは同調伝達の効果で増加率が鈍り、長い左裾が出現することになる。

IV. 育て方は子の性格形成に寄与しない？

行動遺伝学とは、知能、性格、社会的姿勢など、個人差の見られる形質について、遺伝と環境の寄与を推定しようとする分野である。家族が似る原因は、遺伝子を共有したから、環境を共有したから、またはその両方である。そこで、氏と育ちの責任分担を解明するためには、たとえば同じ家庭で育った双子の類似度(相関係数、一致率)と、異なる家庭で育った双子の類似度を比較すればよい。同居双子は遺伝子と環境の両方を共有する。一方、別居双子は遺伝子のみを共有する。したがって、同居双子の類似度と別居双子の類似度に有意差がなければ、家庭環境を共有したことの効果がないということになる。

米国、英国、オーストラリア、スウェーデンなどで行われてきた行動遺伝学的研究から衝撃的な結果が得られている (Bouchard *et al.*, 1990; Bou-

chard, 1994; Sherman *et al.*, 1997)。すなわち、兄弟姉妹（双子を含む）の性格は、同じ家庭で育つことによってほとんど似ない。換言すると、家庭環境が変わっても、性格がほとんど変わらない。実際、性格に関する個人差のうちの 10% 未満が家庭環境の違いに原因があると推定されている。個人差の約 50% は遺伝的変異、残り 40% 強は各人が個別に経験する環境に原因があるらしい。

さて、親が（何らかの方針に従ってであろうか）行う育児、教育、躾などは、家庭環境の重要な部分であろう。しかし、少なくとも現代国家では、これらが子の性格形成に寄与している証拠はない。親の影響力はそんなに弱いものなのか。性格形成とミーム習得を一緒にするのは性急であるが、垂直伝達の有効性について Harris (1995) ならずとも懐疑的にならざるをえない。

伝統的な社会では、生活技術の継承に垂直伝達が必要な役割をはたしていることをⅡ章で述べた。一方、稀に導入される新しい技術は、斜行・水平伝達によって伝播する。垂直伝達が寄与し始めるのは、ある程度その技術が普及してからであろう。しばらくしてその技術が社会に根付くと、垂直伝達はそれを維持するほうに働く。「伝統的」とは「変化が少ない」ということなら、伝統的な社会で垂直伝達が重要という主張は類語反復になるのか。

V. 先史ヨーロッパにおける 初期農耕の地理的伝播

ミームは社会、民族、国家などの境界を越えて伝播していくことがある。通信・放送設備が発達した現代では人間が全く移動しなくても情報は瞬時に遠くまで届く。しかし、人類が進化した環境下では、何らかの人間の移動なしにミームが他地域に広がることはなかったであろう。といっても、必ずしも移動先で定住(移住)することはなかった。交易のための小規模な往来でもミームは運ばれたであろう。

文化が地理的伝播する際に使われる伝達経路は、人間の移動様式によって決まるように思われる。たとえば、ある社会がその構造を維持しながら分布を拡大した場合、入植地への文化の伝播は垂直

伝達に支えられる部分が大きであろう。一方、いわゆる文化変容によるミームの「拡散」には、斜行・水平伝達が欠かせない (Guglielmino *et al.*, 1995; Hewlett *et al.*, 2002)。

近年、人類の遺伝的地域差が詳細に調べられている。その結果、人間の過去の移動についての精緻な解析が可能になり、人類文化の地理的伝播のメカニズムに関する議論も深まっている。その好例が、先史ヨーロッパにおける初期農耕の伝播についての論争である。中東で始まったコムギ中心の初期農耕は、数千年の間にヨーロッパのほぼ全土に広がった。この初期農耕がヨーロッパで独自に発生したのでなく、中東の影響を強く受けたことは、一般に認められている。しかし、数千キロの距離をどう伝播したかについては、意見の分かれるところである。一方で、先住の採集狩猟民が生業を変えたとする考えがある（文化変容説）。他方で、中東出身の外来農民とその子孫が、コムギなどを携えてヨーロッパのほぼ全土に移住したとする考えがある（繁殖集団拡大説）。

話を進める前に紹介すべき重要な事実がある。ヨーロッパの農耕遺跡は、中東のエリコの町を頂点とする扇状領域の中に分布し、その年代が炭化コムギなどから推定されている。Ammerman and Cavalli-Sforza (1971, 1973) は、各地の最古の遺跡からエリコまでの大圏距離が、その遺跡の年代ときれいに相関することを統計的に示した。つまり、初期農耕はほぼ一定の速さで伝播したと考えられる。ちなみに、そのスピードは年当たり約 1 キロであった。

Ammerman and Cavalli-Sforza (1971, 1973) は、初期農耕の地理的伝播の速さが一定であることを重視し、そのメカニズムは中東系の外来農民の分布拡大であると主張した。すなわち、繁殖集団拡大説を提唱したのである。彼らの理論的根拠は、Fisher (1937) の進行波モデルにある。Fisher のモデルによれば（大雑把に言って）、人口が増加中の集団は、その構成員が短距離移住をすれば、一定の速さでその分布が拡大する。一定の速さで分布が拡大することは、一定の速さで前線が進むことに等しい。なお、このモデルの仮定であるが、

農耕を発明した集団が（内的自然増加率にして3～4%の）人口増加を起こすことは良く知られている。また、短距離移住の条件であるが、一部の子どもが親世帯から少し（数十キロ）離れて新居を構えれば満足される。

一方、先程述べた人類の遺伝的地域差の研究から、中東系農民とヨーロッパ先住民の混血があったことを示唆する証拠が得られている。すなわち、中東からヨーロッパにかけて南東から北西の方向に、たくさんの遺伝子の頻度について地理勾配が観察される(Menozzi *et al.*, 1978; Cavalli-Sforza *et al.*, 1994)。たとえば、Rh 式血液型の D 遺伝子がそうであり、とりわけスペイン北部とフランス南西部から世界で最も低い頻度が報告されている。南東から北西といえ、中東系の農民が進出したとされる方向である。

さて、Fisher のモデルのもとでは遺伝子頻度の地理勾配が予測されない。なぜならば、中東系農民の前線がまるでブルドーザーのように容赦なく進み、人口密度が相対的に低い先住の採集狩猟民（初期農民の2%程度）を飲み込んでしまったはずだからである。その結果、前線が通過した後のヨーロッパは、中東系の遺伝子一色に染められたはずである。Ammerman and Cavalli-Sforza (1984) は、文化変容とそれに伴う混血についても考慮しているが、初期農耕が一定の速さで伝播しうるメカニズムが Fisher のモデル以外にも存在することを十分に認識していなかった。そのメカニズムとは、ヨーロッパ先住の採集狩猟民が、（中東系または既に転向した）農民と接触したときに固定偏向伝達によって農耕に転向するというものである。この場合、転向農民の分布が一定の速さで拡大することになる (Aoki *et al.*, 1996; 青木, 1996)。

初期農耕が一定の速さで伝播したという事実は、Fisher (1937) のモデルを根拠とする繁殖集団拡大説でも、Aoki *et al.* (1996) のモデルに支持される文化変容説でも説明できる。しかし、遺伝子頻度の地理勾配は、それが初期農耕の伝播に付随して形成されたとするならば、明らかに Fisher のモデルと矛盾する。ならば、ヨーロッパにおける初期農耕の伝播のメカニズムは文化変容であった

と結論できるのか。

ところが、この問題にはもう一つの興味深い側面がある。すなわち、ヨーロッパに印欧言語が導入された経緯である。Renfrew (1987) によれば、アナトリア南東部で用いられていた印欧祖語が、中東系農民の分布拡大に伴って分化しながら広められたという。この立場からすると、バスク人のユスカラ語などは、数少ない固有言語である。言語の置き換えにはおそらくかなり大量の移住が必要である。そうだとすれば、繁殖集団拡大説が支持されることになるのであろうか。

VI. 文化の分化

「人間が、その精神の働きによって地上に作り出した、有形・無形のもの」は、民族によって異なる。いわゆる文化的な違いである。文化が分化する原因はなんなのか。逆にいうと、複数の民族が同一のミームを共有するのは何故なのか。V 章では、コムギを中心とする初期農耕が、ヨーロッパのほぼ全土で営まれるに至った過程について詳しく検討した。本章では、アフリカの 36 民族で 109 のミームの分布を調べた Hewlett *et al.* (2002) の考察について紹介する。

Hewlett *et al.* (2002) は、複数の民族がミームを共有するメカニズムを3つ（繁殖集団拡大、文化変容、環境適応）挙げ、民族間の遺伝的距離および地理的距離を基準に、これらの候補の中から「正しい」メカニズムを選ぶ方法を提案した。すなわち、遺伝的（および言語的）に近いが地理的に遠い場合が繁殖集団拡大、遺伝的に遠いが地理的に近い場合が文化変容、遺伝的にも地理的にも遠い場合が環境適応、である。遺伝的にも地理的にも近い場合は、いずれもが可能なので判断のしようがないとした。その結果、繁殖集団拡大が最も多くのミームに当てはまり（いとこ婚禁止など 20 例）、文化変容がそれに次いで多く（産後の性交禁止など 12 例）、環境適応が最も少なかった（幼年期割礼など 4 例）。

ところで、上記3つのメカニズムのうち、環境適応についてまだ説明していなかった。環境適応とは、類似の環境に生息する民族が、類似の適応

的な行動, 技術, 規則などを独立に発明・発見し, さらにそれが民族内に広がることを意味する。Hewlett *et al.* (2002) は, 環境適応の寄与を別の視点から検討するため, ミームの共有率に基づく文化的距離を定義した。そこで, 36 民族の間の平均距離を計算したところ, 0.600 であった。一方, 類似の生態系, すなわちサヘルの半砂漠, 湿潤サバンナ, 熱帯雨林に住んでいる民族の場合, それぞれ 0.591, 0.540, 0.663 であった。すなわち, 生息環境が似ていても, 文化的距離が近いとはいえない。

VII. おわりに

本稿で紹介してきた研究の目標は, 文化の伝達の法則を明らかにすることにより, 人類文化の進化と多様性を説明することにある。ほんの一例として, 最近再び脚光を浴びている協力性の進化の問題が挙げられる。人間の社会生活は, 血縁を越えた大人数の構成員の間の協力に支えられている。実際, 人間は赤の他人に対し, お返しが期待できない状況でも, 利他的に振舞うことが実験経済学者たちによって確認されている (Henrich *et al.*, 2001; Sigmund *et al.*, 2002)。Henrich (2002) は, Boyd and Richerson (1982, 1985) の仕事を踏まえ, 人間の協力性が文化的な群淘汰によって進化したとする議論を展開している。

文 献

- Ammerman, A.J. and Cavalli-Sforza, L.L. (1971): Measuring the rate of spread of early farming in Europe. *Man*, **6**, 674-688.
- Ammerman, A.J. and Cavalli-Sforza, L.L. (1973): A population model for the diffusion of early farming in Europe. In Renfrew, C. ed.: *The Explanation of Culture Change*. Duckworth, 343-357.
- Ammerman, A.J. and Cavalli-Sforza, L.L. (1984): *The Neolithic Transition and the Genetic of Populations in Europe*. Princeton Univ. Press.
- 青木健一 (1996): 農耕の伝播と初期農民の分布域拡大. 科学, **66**, 173-181.
- Aoki, K., Shida, M. and Shigesada, N. (1996): Travelling wave solutions for the spread of farmers into a region occupied by hunter-gatherers. *Theor. Popul. Biol.*, **50**, 1-17.
- Bouchard, T.J., Jr. (1994): Genes, environment, and personality. *Science*, **264**, 1700-1701.
- Bouchard, T.J., Jr., Lykken, D.T., McGue, M., Segal, N.L. and Tellegen, A. (1990): Sources of human psychological differences: The Minnesota study of twins reared apart. *Science*, **250**, 223-228.
- Boyd, R. and Richerson, P.J. (1982): Cultural transmission and the evolution of cooperative behavior. *Human Ecology*, **10**, 325-351.
- Boyd, R. and Richerson, P.J. (1985): *Culture and the Evolutionary Process*. Univ. of Chicago Press.
- Cavalli-Sforza, L.L. and Feldman, M.W. (1981): *Cultural Transmission and Evolution*. Princeton Univ. Press.
- Cavalli-Sforza, L.L., Menozzi, P. and Piazza, A. (1994): *The History and Geography of Human Genes*. Princeton Univ. Press.
- Dawkins, R. (1976): *The Selfish Gene*. Oxford Univ. Press.
- Fisher, R.A. (1937): The wave of advance of advantageous genes. *Ann. Eugen.*, **7**, 355-369.
- Guglielmino, C.R., Viganotti, C., Hewlett, B. and Cavalli-Sforza, L.L. (1995): Cultural variation in Africa: Role of mechanisms of transmission and adaptation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **92**, 7585-7589.
- Harris, J.R. (1995): Where is the child's environment? A group socialization theory of development. *Psych. Rev.*, **102**, 458-489.
- Henrich, J. (2001): Cultural transmission and the diffusion of innovations: Adoption dynamics indicate that biased cultural transmission is the predominate force in behavioral change. *Am. Anthropol.*, **103**, 992-1013.
- Henrich, J. (2002): Cultural group selection, coevolutionary processes and large-scale cooperation. *J. Econ. Behav. Org.*, in press.
- Henrich, J., Boyd, R., Bowles, S., Camerer, C., Fehr, E., Gintis, H. and McElreath, R. (2001): In search of Homo economicus: Behavioral experiments in 15 small-scale societies. *Am. Econ. Rev.*, **91**, 73-78.
- Hewlett, B.S. and Cavalli-Sforza, L.L. (1986): Cultural transmission among Aka pygmies. *Am. Anthropol.*, **88**, 922-934.
- Hewlett, B.S., De Silvestri, A. and Guglielmino, C.R. (2002): Seme and genes in Africa. *Curr. Anthropol.*, **43**, 313-321.
- Menozzi, P., Piazza, A. and Cavalli-Sforza, L.L. (1978): Synthetic maps of human gene frequencies in Europeans. *Science*, **201**, 786-792.
- Renfrew, C. (1987): *Archaeology and Language*. Cambridge Univ. Press.
- Rogers, E.M. (1995): *Diffusion of Innovations*, 4th Ed. The Free Press.
- Ryan, B. (1948): A study in technological diffusion. *Rural Sociol.*, **13**, 273-285.
- Ryan, B. and Gross, N.C. (1943): The diffusion of

- hybrid seed corn in two Iowa communities. *Rural Sociol.*, **8**, 15-24.
- Shennan, S.J. and Steele, J. (1999): Cultural learning in hominids: A behavioural ecological approach. In Box, H. and Gibson, K. eds.: *Mammalian Social Learning: Comparative and Ecological Perspectives*. Cambridge Univ. Press, 367-388.
- Sherman, S.L., DeFries, J.C., Gottesman, I.I., Loehlin, J.C., Meyer, J.M., Pelias, M.Z., Rice, J. and Waldman, I. (1997): Behavioral genetics '97: ASHG statement. Recent developments in human behavioral genetics: Past accomplishments and future directions. *Am. J. Hum. Genet.*, **60**, 1265 - 1275.
- Sigmund, K., Fehr, E. and Nowak, M.A. (2002): The economics of fair play. *Sci. Am.*, **Jan.**, 80-85.
- 田中伊知郎 (1999a): 「知恵」はどう伝わるか. 京都大学学術出版会.
- 田中伊知郎 (1999b): 行動の社会的伝達. 西田利貞・上原重男編: 霊長類学を学ぶ人のために. 世界思想社.
- (2002 年 8 月 30 日受付, 2002 年 11 月 7 日受理)