

扇状地の分布による最終氷期後半の日本の気温と降水量の復元

斉藤 享治*

I はじめに

約2万年前の最終氷期最盛期の気温については、雪線・周氷河限界・森林限界の低下や花粉分析による植生の変化などによって復元され、現在よりも7~8℃程度低かったとされる(貝塚、1977など)。その気温低下は季節で異なり、北日本では夏の5℃低下に対し冬では11℃低下したといったように、冬に著しかったことが指摘されている(Hirakawa, 1990)。しかし、冬季の気温と夏季の気温を別個に議論した研究は少ない。

当時の降水量については、花粉分析のほか、流水の減少による谷の埋積や内陸砂丘が分布していたことなどから、乾燥していたことが間接的に指摘されている。しかし、降水量が、どの程度少なかったのか報告された例もほとんどない。

そのようななかで、寒冷な気候のもとで形成されやすい扇状地について(戸谷ほか、1971)、日本・台湾・フィリピンの気温のほか降水量の扇状地の分布に対する関与の度合いが求められている(斉藤、1995)。そのような関係をもとに、本研究では、最終氷期最盛期前後(最終氷期後半)に形成された立川期(3~1万年前)の扇状地の分布と、現在とほぼ同じ気候条件の完新世の扇状地の分布を比較して、最終氷期後半の夏季および冬季の気温、および降水量を推計する。

II 方 法

1 対象流域と完新世の扇状地

集水域(谷口より上流流域)の規模が違くと、

扇状地の分布に対する各因子の関与の度合いが変化する。集水域面積2km²以上の流域(集水域と扇状地形成域をあわせて流域とする)では、気候条件よりも重要な因子として、集水域面積、堆積場、活断層の有無があるのに対し(斉藤、1984a)、集水域面積200km²以上の流域では、堆積場について気候条件が重要な因子となっている(斉藤、1984b)。気候条件は、このように集水域規模の大きな流域で、より重要な因子となっている。このため、気候条件を検討するには、大きい集水域を取り上げた方がよいと思われる。しかし、あまりに大きい集水域に限定してしまうと、対象流域が少なくなり、信頼度が落ちる。このようなことから、対象流域を集水域面積100km²以上の474流域とした。このため、日本での完新世における対象流域は474となる。

本論文で扱う扇状地は、谷口を中心とした同心円状の等高線を持ち、扇面面積2km²以上、扇面勾配2%以上の地形とする¹⁾。完新世の474対象流域のうち、扇状地をもつ流域は78である。

2 立川期の扇状地の認定

立川期の扇状地が現在でも地表面で確認できる流域では、もちろん当時、扇状地があった。しかし、そうでない流域の場合には、扇状地がなかったとはいきれない。形成後、埋没したり、開析をうけて、地表面で確認できないことがあるためである。完新世の扇状地は、厚い扇状地堆積物をもつことなどから(斉藤、1984b)、立川期の扇状地を埋没させているところも少なくないと思われる。そのため、立川期の扇状地を地表面で確認できない流域でも、完新世の扇状地があるところでは、立川期に扇状地があったと仮定した。

立川期の扇状地が地表で確認されている流域は

* 埼玉大学教育学部社会科教育講座

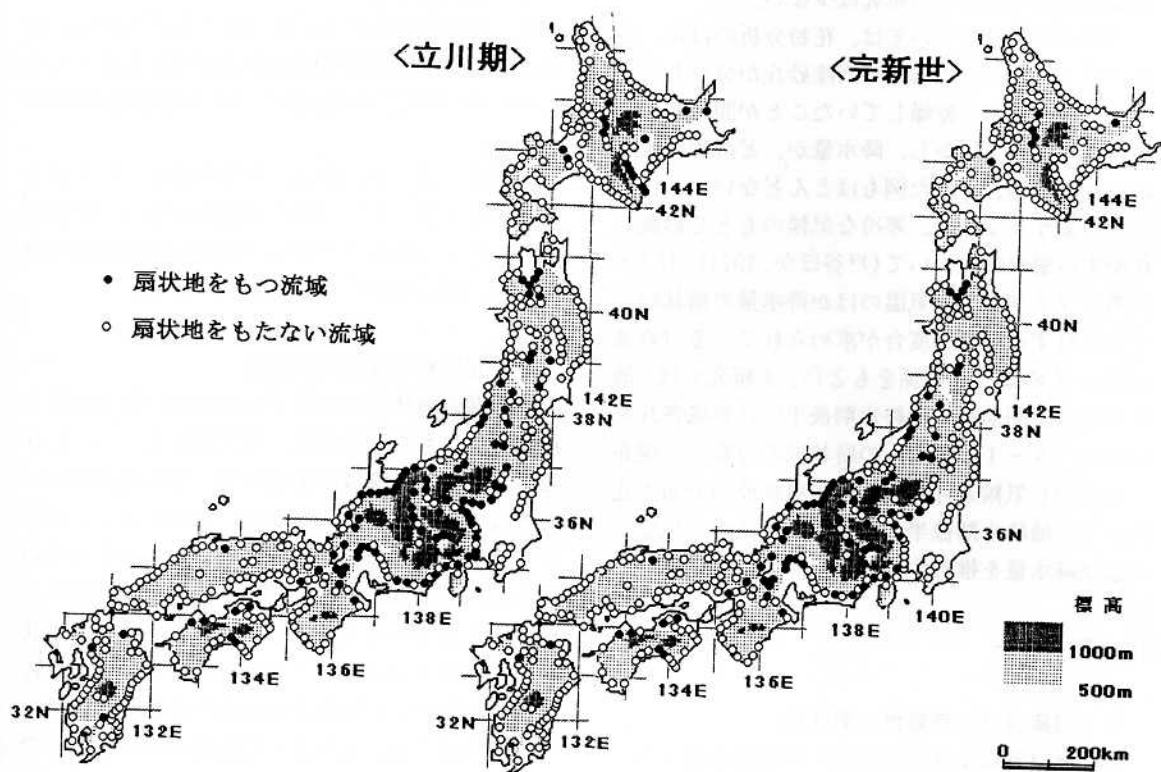
40ある。立川期の扇状地が地表で確認されていない流域で、完新世の扇状地をもつ流域は65ある²⁾。両者あわせた105流域を、立川期に扇状地があった流域とみなした。7流域については、更新世の扇状地ではあるが、どの時期にできたのか判明しない扇状地がある。立川期に扇状地があったかどうか不明なので、立川期の対象流域としなかった。この7流域と扇状地をもつ105流域を除いた362流域を、立川期と完新世のいずれの扇状地も地表で確認できない、すなわち立川期に扇状地がなかった流域とみなした。

以上のように、完新世に扇状地がある流域を78、ない流域を396とし、立川期に扇状地がある流域を105、ない流域を362と仮定して検討する(第1図)。これらの扇状地をもつ183流域ともたない758流域における扇状地の分布条件を、最もよく説明

する立川期の気温と降水量を求める。

3 取り上げた変量

扇状地形成に影響を与える因子は数多いが、11因子(集水域面積、山間盆地の面積、起伏比、集水域地質、火山、気候条件、溪口距離、堆積場、基盤地質、隆起量、活断層)のなかで、集水域面積200km²以上の流域では堆積場と気候条件が(斉藤、1984b)、集水域面積2km²以上の流域では集水域面積と堆積場が大きく関与している(斉藤、1984a)。「平野」か「外海・内湾」かといった堆積場そのものには、起伏比が大きくかかわっている(斉藤、1984b)。これらのことから、堆積場を起伏比に置き換え、集水域面積100km²以上の扇状地の分布を大きく左右する因子は、起伏比、集水域面積、気候条件とした。気候条件を、気温と降水量に分



第1図 最終氷期最盛期(立川期)の気候復元に用いた流域

けて、すべて連続量で表現される、集水域面積、起伏比、気温、降水量の4変量で説明を試みた。

4 変量の定義と基準化

(1) 集水域面積

谷口より上流の流域面積を集水域面積とした。最大の集水域面積は信濃川の9,719km²で、扇状地をもつ河川の最大値は天竜川の5,008km²である。

(2) 起伏比

集水域の最高点と最低点の標高差を、流域最大辺長(谷口とそこから最も離れた地点までの距離)で割った値が起伏比である(Schumm, 1956)。小さい集水域では一般に大きな起伏比を示す。集水域面積100km²以上の流域では、最大値は潤井川の146.0%である。最小値は房総半島の養老川の9.7%である。

(3) 冬季の気温と夏季の気温

寒冷気候のもとでは、凍結破碎作用により粗粒物質の生産が盛んで扇状地が形成されやすいといわれているが、それは単純な気温の低下よりも、凍結破碎作用を促進する凍結融解交代日数の増加の方の関与の度合が高いといわれる。このような粗粒物質の生産量を反映する冬季の気温の指標として凍結融解交代日数を用いた。ただし、凍結融解交代日数が0日を超えると、ただちに凍結破碎作用による粗粒物質の供給が行われるわけではない³⁾。凍結融解交代日数は、気温が低いところほど(年中凍結しているところを除く)、扇状地を形成する粗粒物質が供給されやすくなるといった指標である。

凍結融解交代日数を求めるためには、各流域の

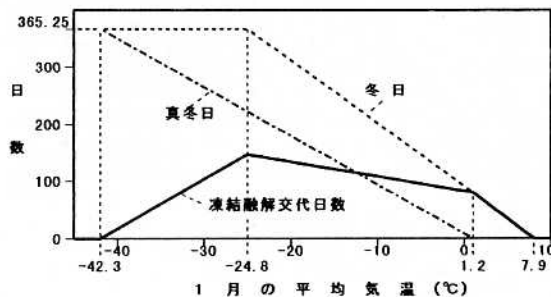
地表温度、あるいは少なくとも毎日の最高気温と最低気温が必要となるが、そのようなデータを全流域で得ることは難しい。そのため、凍結融解交代日数を、各流域の1月の平均気温から求めた冬日日数から真冬日日数を引いたものとした(斉藤、1995)。

冬日は、1月の平均気温7.9℃以下で出現する。凍結融解交代日も、この気温以下で現れることになる(第2図)。1.2℃以下になると、真冬日が出現し、気温低下による交代日数の増加が鈍くなる。-24.8℃以下では、年中冬日となり、交代日数は気温低下とともに減少する。

粗粒物質の生産は、凍結破碎作用の関与の度合が高いと仮定し、冬季の気温として1月の平均気温を取り上げた。しかし、それよりもむしろ夏季の気温の方が、粗粒物質の生産に関与しているともいわれる。冬季の気温と夏季の気温のどちらが、扇状地の分布に大きく関わるのか検討するために、夏季の気温も取り上げた。夏季の気温として、8月の平均気温を指標とした。

流域の気温は、標高によって異なるので、最高点と最低点の標高の中央値での気温とした⁴⁾。各流域の中央値の標高の気温は、付近にある68地点の観測点の値(国立天文台、1992)と通減率0.65℃/100mを用いて算定した⁵⁾。

1月の平均気温が現在、最も低いのは、北海道の忠別川(標高中央値1294m)の-16.1℃で、凍結融解交代日数は最大の123.1日である。気温が最も高いのは、鹿児島県の万之瀬川(同308m)の5.2℃で、交代日数は最小の30.1日である。気温の上昇とともに交代日数の減少が著しくなる1.2℃以上



第2図 1月の平均気温と凍結融解交代日数の関係

を示す流域は現在の気候条件で102あり、その多くは東海・西日本にある。

8月の平均気温が現在、最も低いのは、北海道の忠類川（標高中央値825m）の11.9℃で、最も高いのは、岡山県の砂川（同244m）の26.8℃である。

(4) 降水量（6～9月の総降水量）

掃流物質の大きさを規定する、豪雨の強度の一指標と考えられる日最大降水量については、月降水量との相関関係では6月が最も高いものの、6～9月（4カ月）の総降水量との相関係数の方がより高い（齊藤、1995）。このことから、降水量の指標として、6～9月の総降水量を用いた。各流域の降水量は、付近にある既知の観測点の値を代用した。6～9月の総降水量の現在の最大値は、尾鷲の値を用いた熊野川の2,122mmである。最小値は、網走の値を用いたオホーツク沿岸14河川の353mmである。

(5) 変量の基準化

変量の値については、単位の違いを越えて、変量間の比較が可能になるように、平均値を0、標準偏差を1とする基準化を施した。ただし、集水域面積（単位 km²）と起伏比（単位%）については、正規分布に近づけるために、対数変換した値を基準化した。

5 気候条件の仮定

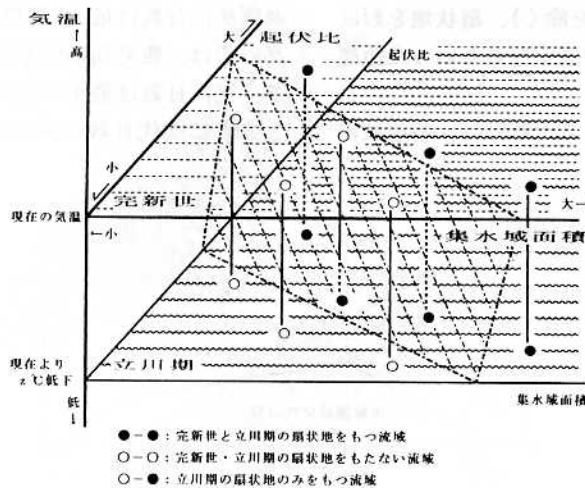
完新世でも、2～3℃の気温変化があった⁶⁾。しかし、完新世の扇状地の形成時期を、そのような気温変化に対応して分けることのできないところが大部分なので、完新世を1つの時期として扱い、完新世の気温と降水量を現在のそれらと同じと仮定した。

立川期でも、気温や降水量が大きく変化しているが、おおむね立川期の扇状地ができたころの気温と降水量を求めることになる。また、その立川期でも、日本の高緯度側と低緯度側とでは、気温低下や降水量の変化が一律ではなかったと思われるが、その程度が不明の現段階では、気温低下および降水量の変化の割合を一律とした。

6 判別分析法

各変量の値に任意の係数をかけて変化させ、各流域の各変量の合計変換値について、扇状地をもつグループと扇状地をもたないグループの平均値の差を最も大きくする係数ベクトルを求める判別分析を行った。

判別分析法を用いて立川期の気温と降水量を推計した方法を簡便に説明するため、集水域面積、起伏比、気温の3変量を用いた図を描いた（第3図）。集水域面積と起伏比の軸をもつ平面を、現在の気温で、完新世の面として固定する。立川期の面は、気温の変化とともに、上下に平行移動させ



第3図 3変量を用いた判別分析法の概念図

黒丸と白丸をよく分ける鎖線で囲まれた面が、判別分析法によって得られる。

る。集水域面積と起伏比は、立川期と完新世とで変化がないと仮定し、両者の値を立川期と完新世の面に、扇状地をもつ流域は●で、扇状地をもたない流域は○で示す。各気温で固定された立川期の面と完新世の面に分布する○と●を、最もよく分けることのできる平面が判別分析法によって1つ決定でき、そのときの説明できる流域数も同時に算定できる。立川期の気温を1℃ずつ、降水量を10%ずつ変化させ、それぞれ説明できる流域数を求めた。

なお、冬季の気温と夏季の気温のどちらが扇状地の分布をよりよく説明しているのか明らかにするために、気温として冬季の気温と夏季の気温を別々に用いて、判別分析を施した⁷⁾。

III 立川期の気温と降水量

(1) 冬季の気温

冬季の気温1℃、降水量10%ごとの変化では、立川期の気温と降水量について、14℃の低下で10~30% (70~90%の減少) の降水量および10℃の低下で80% (20%の減少) の降水量という条件が、最も説明できる流域数が多く、全対象941流域中、661流域となっている (第4図)。

ところで、判別分析法では実際にはありえないが、説明できる数だけでいえば、対象流域すべてが扇状地をもたないという判定でも、扇状地をもたない758流域が説明でき、661流域を上回ってしまう。その点を解消するために、扇状地をもつ流域を説明できる割合と扇状地をもたない流域を説明できる割合の平均値を、説明できる割合として副次的に求めた(第5図)。14℃で10~30%のときには71.6%であるが、10℃で80%では71.8%で若干上回っている。このことは、立川期の冬季の気温が10℃の低下、6~9月の降水量は80%程度の方の可能性が高いことを暗示している。

(2) 夏季の気温

夏季の気温1℃、降水量10%ごとの変化では、立川期の気温と降水量について、4℃の低下で80% (20%の減少) の降水量という条件が、最も説明できる流域数が多く、全対象941流域中、670流域となっている (第6図)。

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
-1℃	650	650	652	650	650	654	655	658	660	654	649
-2℃	663	662	663	661	660	655	658	658	658	654	661
-3℃	651	653	653	652	650	658	658	658	654	650	650
-4℃	663	664	663	664	661	659	659	655	663	664	662
-5℃	654	653	654	655	655	655	656	653	654	653	655
-6℃	654	654	654	656	656	655	657	655	654	657	657
-7℃	655	653	655	656	655	657	658	658	657	656	657
-8℃	658	656	655	656	659	659	658	657	657	657	656
-9℃	656	657	657	657	658	658	656	657	658	658	659
-10℃	656	656	656	656	657	656	655	660	661	659	659
-11℃	656	656	656	658	656	656	659	659	660	659	659
-12℃	658	658	658	658	658	658	659	659	658	658	657
-13℃	657	657	657	658	659	659	657	657	657	657	657
-14℃	660	661	661	661	658	657	655	655	656	656	655
-15℃	660	659	659	659	659	656	655	655	654	655	655
-16℃	655	655	656	657	657	657	657	658	655	654	655
-17℃	656	657	659	659	656	656	658	656	656	655	654
-18℃	654	657	657	654	655	654	655	653	654	654	653
-19℃	655	655	653	651	653	652	651	651	651	650	648
-20℃	656	655	652	652	653	649	646	648	648	647	644

第4図 冬季の気温を用いて判別分析法により説明できる流域数

集水域面積100km²以上の流域は日本に474あり、完新世のそれら474流域と立川期の467流域(時代未詳の扇状地をもつ7流域を除く)の合計941が対象流域。

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
-1℃	69.6	69.6	70.2	70.0	70.0	70.3	71.0	71.2	71.7	71.5	71.2
-2℃	70.0	70.0	70.2	70.1	70.0	70.4	71.2	71.4	71.6	71.5	71.3
-3℃	69.9	70.0	70.2	70.2	70.0	71.0	71.4	71.6	71.5	71.1	71.1
-4℃	70.2	70.3	70.4	70.5	70.3	71.0	71.2	71.2	71.3	71.3	71.2
-5℃	70.3	70.2	70.5	70.6	70.8	70.8	71.0	71.1	71.3	71.3	71.4
-6℃	70.3	70.7	70.8	70.8	70.8	70.8	71.3	71.2	71.3	71.5	71.3
-7℃	70.6	70.4	70.8	70.8	70.8	71.1	71.2	71.2	71.1	71.0	71.1
-8℃	70.8	70.6	70.6	70.8	71.2	71.2	71.2	71.1	71.1	70.9	70.8
-9℃	70.6	70.7	70.9	70.9	71.2	71.2	70.8	70.9	70.8	71.4	71.7
-10℃	70.8	70.8	70.8	70.8	70.9	70.8	70.8	71.5	71.8	71.7	71.7
-11℃	71.0	71.0	71.0	71.2	71.0	71.4	71.4	71.7	71.7	71.7	71.7
-12℃	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.4	71.7	71.7	71.2	71.2	70.9
-13℃	71.1	71.1	71.1	71.2	71.2	71.2	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7
-14℃	71.3	71.6	71.6	71.6	71.2	70.9	70.6	70.6	70.6	70.6	70.6
-15℃	71.3	71.0	71.0	71.2	71.2	70.6	70.6	70.6	70.5	70.6	70.6
-16℃	70.8	70.8	70.8	70.9	70.7	70.5	70.5	71.0	70.6	70.5	70.6
-17℃	70.6	70.9	71.0	71.0	70.2	70.2	70.8	70.4	70.6	70.5	70.5
-18℃	70.7	70.9	70.7	70.3	70.1	70.3	70.4	70.2	70.5	70.5	70.4
-19℃	70.6	70.6	70.4	69.9	69.8	70.0	70.1	70.1	70.3	70.2	70.1
-20℃	70.6	70.6	70.0	69.7	70.0	69.5	69.3	70.1	70.1	70.0	69.8

第5図 冬季の気温を用いて判別分析法により説明できる流域の割合

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
-1℃									662	661	
-2℃									660	660	
-3℃									663	661	663
-4℃		661	661		660	662	663	667	670	667	666
-5℃	660	661	661	660	663	664	665	667	668	667	666
-6℃	662	661	662	662	662	661	663	665	666	666	666
-7℃	661	661	661	661	661	661	662	662	662	662	662
-8℃	664	664	664	664	661	662	661	660	660	660	660
-9℃	667	665	667	667	665	666	665	666	661	660	660
-10℃	663	664	667	668	668	667	665	666	665	662	661
-11℃	665	666	665	665	667	667	666	665	665	663	662
-12℃	663	664	664	665	667	668	667	667	666	664	663
-13℃	665	663	664	667	668	667	667	667	666	665	664
-14℃	666	662	665	668	669	667	666	666	664	664	663
-15℃	664	662	665	668	669	668	666	663	664	663	662

第6図 夏季の気温を用いて判別分析法により説明できる流域数

集水域面積100km²以上の流域は日本に474あり、完新世のそれら474流域と立川期の467流域(時代未詳の扇状地をもつ7流域を除く)の合計941が対象流域。

(3) 立川期の気温と降水量

夏季の気温低下によって説明できる流域数670は、冬季の気温低下による661流域にくらべて多い。このことは、夏季の気温低下の方が、冬季の気温低下よりも、扇状地の形成を促す粗粒物質の生産への関与の度合いが高いことを示唆する。

降水量については、扇状地の分布についてより説明できる流域数の高い夏季の気温のときには80%である。このことは、冬季の気温を用いたときには、説明できる流域の割合から10~30%よりも80%であることが推定されたが、その推定が合理的であったことを意味する。

以上のことから、立川期の8月の気温低下は4°C、1月の気温低下は10°C、6~9月の降水量は80% (20%の減少) と推計する。

8月の平均気温4°C低下は、東京の平均気温(27.1°C)が、4.2°C低い青森(22.9°C)に相当することになる。1月の平均気温10°C低下は、東京の平均気温(5.2°C)が、9.8°C低い札幌(-4.6°C)に相当する。80%の降水量とは、東京の6~9月の総降水量639mmが、83%の函館くらいとなる。

(4) 従来の研究との比較

降水量については、「氷期の北海道はいまよりも乾燥していた」(貝塚、1977)、「この時代(20,000~18,000年前)に比定される花粉分析の結果(略)日本列島の中で太平洋側は乾燥気候を示す結果が多いが、日本海側は太平洋側ほど著しい乾燥化はみられない」(小野ほか、1983; 安田、1983)、「夏の降水量が大きく減少したことは、中部日本から北海道にかけて顕著な谷の埋積が生じたことによって証拠づけられている」(Ono、1984)、「化石周氷河現象と花粉分析の結果からは最終氷期後半の乾燥が予想されている」(小疇、1989)などと、最終氷期最盛期の乾燥化が指摘されているものの、降水量がどの程度減少したのか量的に指摘されてはいない。

気温については、季節を限定しない気温低下の報告は数多くある。化石凍土現象から、札幌付近で8~10°C(藤木、1963)、十勝平野では12~14°C(小疇ほか、1974)、東部北海道で12~14°C(Nogami *et al.*, 1980)あるいは少なくとも11~12°C(小疇、1989)の低下が推定された。ま

た凍結深などから5~10°C(福田、1975)や6~12°C(福田、1981)の低下、日高山脈と日本アルプスの雪線・森林限界・植生帯の垂直分布から7~8°C(貝塚、1977)、9°C(岩田・田淵、1979)の低下が推計された。花粉分析からは、東日本で7~8°C、西日本で5~6°C(安田、1983)、尾瀬ヶ原で7.5°C(阪口、1989)の低下が報告されている。緯度効果によって北海道での気温低下が大きいといわれるが(安田・成田、1981)、日本全体では7~8°C程度といえそうである。

年平均気温にくらべ、冬季と夏季の気温について言及した研究は少ない。現在の気温の南北差は、夏より冬に大きく、氷期にはその度合いがより著しかったとみられている(小疇・岩田、1987)。化石永久凍土から復元された年平均気温の低下が夏季も冬季も同様の低下とすると、花粉分析によって示される植生環境が成立しないことから、夏季の気温がより高く、その分冬季が寒冷であったと考えたHirakawa(1990)は、年平均では8°Cであるが、夏季は5°C、冬季は11°Cの低下とした。夏季の気温低下については、雪線高度から10°Cをこえない(小林・星合、1955)、せいぜい8°C(Ono、1984)、森林限界から中部日本で3.2~6.0°C(柳町、1987)などと、年平均気温よりも一般的に小さいことを示唆する報告がなされている。

これらの報告と比較してみると、本研究で得られた8月の気温低下4°C、1月の気温低下10°Cは、大きく異なるものではない。東京よりも1月の平均気温が9.8°C低い札幌では、8月の平均気温(21.7°C)では5.4°Cの違いで、夏季よりも冬季の温度差が大きくなっている。ちなみに東京と札幌の年平均気温での差は7.4°Cで、貝塚(1977)の7~8°Cや安田(1983)の東日本の7~8°Cと同様の値を示す。

IV まとめ

最終氷期後半(立川期)の気温と降水量を、集水域面積100km²以上の474流域を対象に、次の仮定を設けて推計した。

1) 完新世の扇状地が形成された気候条件は、現在の気候条件と同じ。

- 2) 立川期(3~1万年前)の気温と降水量は、日本全体で一律に変化した。
- 3) 立川期の扇状地が確認されていない流域では、完新世の扇状地をもつ流域は、立川期にも扇状地があった、完新世の扇状地をもたない流域は、立川期にも扇状地がなかった。
- 4) 立川期と完新世では、集水域面積と起伏比は変化しない。
- 5) 扇状地の分布は、集水域面積、起伏比、気温、降水量の4変量によって説明される。

立川期と完新世の扇状地の分布を最もよく説明する気温と降水量を判別分析によって求めた結果、1月の平均気温で10℃の低下、8月の平均気温で4℃の低下、6~9月の総降水量で80%(20%の減少)であった。また、扇状地の分布には、1月の気温よりも8月の気温の方がより強く関与していることから、粗粒物質の生産には、夏季の気温低下の方が冬季の気温低下よりも強く関与している可能性が示唆された。

謝 辞

本研究は、平成6・7年度文部省科学研究費補助金総合研究A(代表者、平川一臣北海道大学教授「最終氷期の日本列島の乾燥化に関する第四紀学的研究」)の補助金を使用させていただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

(1998年3月30日提出)

(1998年4月17日受理)

注

- 1) 集水域が大きくなると、扇状地は一般に大きくなり、集水域面積100km²以上の流域で、扇面積2km²未満の扇状地が発達することは稀である。また、勾配2%未満の地形では、同心円状の等高線であっても、その等高線の出入りが大きく、自然堤防と後背湿地の状態になっていると考えられるので、扇状地とはみなさなかつた。火山山麓にも扇状地が発達するが、谷口を必要としないなど、通常の河川的作用でできる扇状地とは形成条件が違っているので、対象外とした。
- 2) 扇状地の形成時期については、斉藤(1983)を利用した。
- 3) 気温の0℃上下回数と実際の地面でおこる凍結融解反復数は一致せず、しかも気温および地面の日周期の凍結融解反復数は、ともに高度が増すにつれて減少するという(小疇、1983)。
- 4) 流域の気温について、最高点と最低点の標高を3等分して、最低点から3分の1部分だけ高い標高の気温を代表させての、判別分析も行った。しかし、中央値の標高の気温を用いた方が、扇状地の分布をより多く説明できるので、中央値の標高を採用した。
- 5) 通減率は通常、0.60~0.55℃/100mを用いるが、山地の気温を重回帰分析で求めた大森・柳町(1988)の1月の値0.644℃/100mに従い、0.65℃/100mを用いた。なお、8月では0.514℃/100mであったが、1月と同じ通減率を用いた。この点については、今後、再検討を要する。
- 6) ヒブシサーマル時に、東日本で2℃前後、西日本では1~1.5℃前後(安田、1983)、尾瀬ヶ原で2.5℃(阪口、1989)、夏季の気温が1~2.5℃(大森・柳町、1988)、高かったといわれる。また、過去8000年の気温変化の幅は、年平均気温にして±3℃ともいわれている(阪口、1993)。
- 7) 474流域における8月の気温と凍結融解交代日数との相関係数は0.884(単純な1月の気温との相関係数は0.931)となっている。これは、4変量間(冬の気温、夏の気温、それぞれで求められた相関係数)のなかで相関係数が高かった凍結融解交代日数と降水量の間の0.639、8月の気温と降水量の間の0.531、集水域面積と起伏比の間の-0.530に比べてかなり高い。

文 献

- 岩田修二・田渕 洋(1979): 氷河時代の日本, 田渕洋編『自然環境の生い立ち』朝倉書店、99-108.
- 大森博雄・柳町 治(1988): プナ林帯上限および下限の温度領域と更新世末期から完新世中期にかけての夏季気温変化, 第四紀研究, 27, 81-100.
- 小野有五(1990): 北の陸橋, 第四紀研究, 29, 183-192.
- 小野有五・堀 信行・遠藤邦彦・安田喜憲(1983): 古環境による日本とその周辺古気候復元, 気象研究ノート, No.147, 587-611.
- 貝塚爽平(1977): 『日本の地形』岩波新書、234p.
- 小疇 尚(1983): 周氷河地域における物質移動, 地形, 4, 189-203.
- 小疇 尚(1989): 最終氷期の北日本の自然環境, モン

- グロイド、No.3, 29-31.
- 小崎 尚・岩田修二 (1987): 氷河・周氷河現象. 日本第四紀学会編『日本第四紀地図 解説』東京大学出版会、74-79.
- 小崎 尚・野上道男・岩田修二 (1974): ひがし北海道の化石周氷河現象とその古気候学的意義、第四紀研究、12, 177-191.
- 国立天文台 (1992): 『理科年表 平成5年版』丸善、1046p.
- 小林国夫・星合 誠 (1955): 日本における氷期および現在の雪線. 地球科学、No.21, 1-7.
- 齊藤享治 (1983): 扇状地の形態・構造の統計分析による岩屑供給量と河床変化の時代変遷. 地理学評論、56, 61-80.
- 齊藤享治 (1984a): 日本の扇状地の形成因子. 北海学園大学学術論集、No.49, 15-42.
- 齊藤享治 (1984b): 扇状地の存否・分布を決定する因子. 東北地理、36, 1-12.
- 齊藤享治 (1995): 日本・台湾・フィリピンの現成扇状地の分布と気温・降水量. 埼玉大学紀要教育学部(人文・社会科学)、44(2), 1-10.
- 阪口 豊 (1989): 『尾瀬ヶ原の自然史』中公新書、229 p.
- 阪口 豊 (1993): 過去8000年間の気候変化と人間の歴史. 専修人文論集、No.51, 79-113.
- 戸谷 洋・町田 洋・内藤博夫・堀 信行 (1971): 日本における扇状地の分布. 矢澤大二・戸谷 洋・貝塚爽平編『扇状地』古今書院、97-120.
- 福田正巳 (1975): 氷期における土壤凍結と永久凍土. 式 正英編『日本の氷期の諸問題』古今書院、98-111.
- 福田正巳 (1981): 氷期の土壤凍結深分布復元の試み. 日本地理学会予稿集、19, 12-13.
- 藤木忠美 (1963): 札幌付近に於ける化石構造土について. 地理学評論、36, 740-741.
- 安田喜憲 (1983): 堆積物の各種分析からみた最終氷期以降の気候変動. 気象研究ノート、No.147, 613-626.
- 安田喜憲・成田健一 (1981): 日本列島における最終氷期以降の植生図復元への一資料. 地理学評論、54, 369-381.
- 柳町 治 (1987): 氷河・周氷河地形からみた中部日本における最終氷期の気候. 第四紀研究、25, 295-303.
- Hirakawa, K. (1990): Permafrost environment during the Last Glacial in East and North Hokkaido, northernmost Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropolitan Univ.*, No.25, 155-165.
- Nogami, M., T. Koaze, and M. Fukuda (1980): Periglacial environment in Japan: present and past. *GeoJournal*, 4, 125-132.
- Ono, Y. (1984): Last Glacial paleoclimate reconstructed from glacial and periglacial landforms in Japan. *Geogr. Rev. Japan*, 57B, 87-100.
- Schumm, S.A. (1956): Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 67, 597-646.

Climate during the Later Stadial of the Last Glacial Age presumed from Alluvial Fan Distribution in Japan

Kyoji SAITO

Japan has 78 present fans among 474 drainage basins larger than 100km², and had 105 fans during the later stadial of the Last Glacial age. The distribution of fans is well explained by the discriminant analysis of four variables, that is drainage basin area, relief ratio, temperature, and precipitation. The most reasonable climatic condition around 20ka for the distribution is 10°C lowering in the mean temperature of January, 4°C lowering in that of August, and 80% amount of precipitation from June to September, as compared with the present climatic conditions.

Key word : alluvial fans, Last Glacial age, temperature, precipitation, Japan