

# 日本における扇状地規模と気候条件との関係

齊藤享治（埼玉大学）

## I. はじめに

扇状地研究は、地形学の発展に3つの面で貢献したとされる（Lecce, 1990）。第一に、プロセスと形態との関係を常に重視してきたこと、第二に、通常とは異なったプロセスによる運搬作用が重要であることを明らかにしたこと、第三に、集水域の状態変化などに対する地形的反応を明らかにしてきたことである。第三の点については、扇状地の発達過程をとらえる重要な指標として、とくに、扇状地規模が取り上げられてきた（Bull, 1964など）。そして、この扇状地面積（ $A_f$ ）と集水域面積（ $A_d$ ）との関係が、 $A_f = c A_d^n$ のべき関数によって表現され、両者の相関が強いことが認められてきた（Bull, 1964; Denny, 1965; Hooke, 1967など）。この結果をもとに、扇状地は時間とともに変化する地形かどうかなどが、検討されてきた。

ところで、扇状地の大きさは、集水域規模以外にも多くの因子の影響によって、様々に変化する。集水域地質の影響量については、集水域地質の異なる流域で求められた別々の集水域面積と扇状地面積との関係式を、比較することによって、得られている（Bull, 1962; Hooke and Rohrer, 1977）。たとえば、合衆国西部の砂岩が卓越する集水域をもつ扇状地では $A_f = 1.3 A_d^{0.88}$ の関係を示すのに対し、泥岩が卓越する集水域をもつ扇状地では $A_f = 2.4 A_d^{0.88}$ の関係を示すといわれる（Bull, 1962）。このことは、泥岩が卓越する集水域では、砂岩が卓越する集水域にくらべ、85%大きい扇状地を形成することを意味している。

また、気候条件も、扇状地規模に大きな影響を与える因子として知られていて（Lustig, 1965; 井関, 1975）、扇状地面積と集水域面積

との関係式も、半乾燥地域をはじめ（Bull, 1964など）、熱帯湿潤地域（Kesel, 1985）、温帯湿潤地域（齊藤, 1982など）、寒冷地域（Kostaschuk *et al.*, 1986）など、種々の気候条件下の地域で得られている。しかし、気候条件の扇状地面積に対する影響量については、求められていない。この影響量が求められていないために、扇状地が時間とともに変化する地形かどうか議論が分かれてきた面もある。

気候条件の影響量は地域をどうとるかによって異なると考えられるが、他の因子の影響量にくらべ、気候条件の影響量が相対的に大きい地域でなければ、求めにくいものと思われる。扇状地が数多く分布する日本列島は、南北に長いので、気温および降水量の地域差が著しい。さらに、同一地域でも、氷期の気候条件と間氷期の気候条件とでは、質的に大きく変化している。このため、扇状地規模に対する気候変化の影響量は、集水域面積について大きいと見積もられている（齊藤, 1985）。したがって、気温や降水量が、扇状地規模にどの程度、影響を与えているのか、具体的に求めるのに、日本列島は都合の良い地域である。また、気温や降水量が扇状地規模に与える影響量は、集水域規模が異なることによって、変化することも予想される。これらのことから、集水域規模を考慮にいれて、気温および降水量が扇状地規模に与える影響量を日本列島で求めることを、本論文の目的とする。

## II. 地域概説

### 1. 扇状地の分布

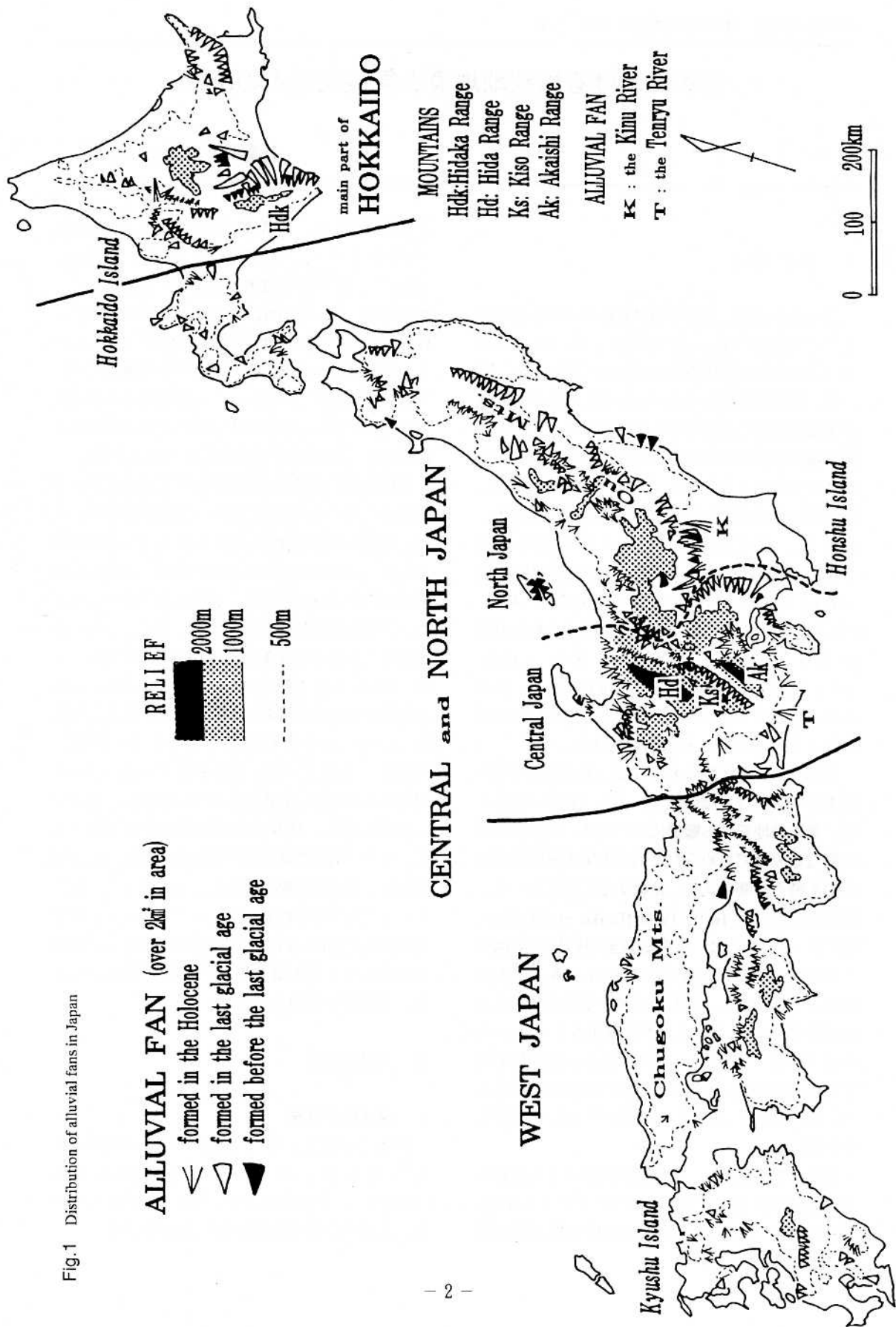
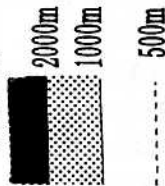
面積 $2 \text{ km}^2$ 以上、平均勾配 $2\%$ 以上の扇状地をもつ河川は、日本列島に490箇所ある（Fig.1）。その扇状地は、西日本東部、中央日本、北日本の奥羽山脈両側、北海道に多い。一

Fig. 1 Distribution of alluvial fans in Japan

**ALLUVIAL FAN (over 2km<sup>2</sup> in area)**

- ◁ formed in the Holocene
- ▷ formed in the last glacial age
- ◄ formed before the last glacial age

**RELIEF**



方、西日本の中国山地や九州では、少ない。

## 2. 地形・地質条件

扇状地が数多く分布する中央日本では、高い山々が連なっている。なかでも、飛騨・木曾・赤石山脈では、標高3000m前後の山々をかかえている。日本列島では、第四紀の地殻変動が盛んで、これらの山脈では、年2~3mmの速さで隆起してきたと見積もられている。そして、これらの山脈では、削剥も速く、隆起と削剥とが釣り合う状態に近いといわれる（Yoshikawa, 1974; Ohmori, 1978）。一方、扇状地の分布が少ない西日本では、2000mを越す山はない。とくに、扇状地の少ない中国山地では、第四紀の隆起量が年1mm以下で、削剥も進まず、中国山地は、日本の山地のなかでも、発達段階の未熟な山地と位置付けられている（Ohmori, 1978）。

北日本には、2000mを越す山はあるものの、中央日本に比べ、高い山々とはなっていない。北日本の中軸部をなす奥羽山脈と平地の境界に

は、活断層がしばしば走り、山地と平地との対置が、明瞭となっていて、扇状地が比較的多数分布する。西日本の東部も、同様である。

日本列島を構成する岩石は、年代も岩相も様々である。そのなかで、深成岩、凝灰岩、集塊岩から構成される集水域では、扇状地ができやすくなっているものの、扇状地の分布に対するこの集水域地質の関与の度合は小さいとされる（戸谷ほか, 1971; 斉藤, 1982）。

## 3. 気候条件

日本列島には、現在、氷河が存在しないが、最終氷期の前半（9~4万年前）と最終氷期の後半（3~1万年前）には、中央日本の飛騨・木曾・赤石山脈および北海道の日高山脈に、山岳氷河が発達した。この最終氷期には、氷河が発達した周辺では、凍結・破碎作用の盛んな周氷河環境下の地域が広がり、このため、中央日本や北海道では、その当時の扇状地の発達が良いといわれている（Ono, 1990）。

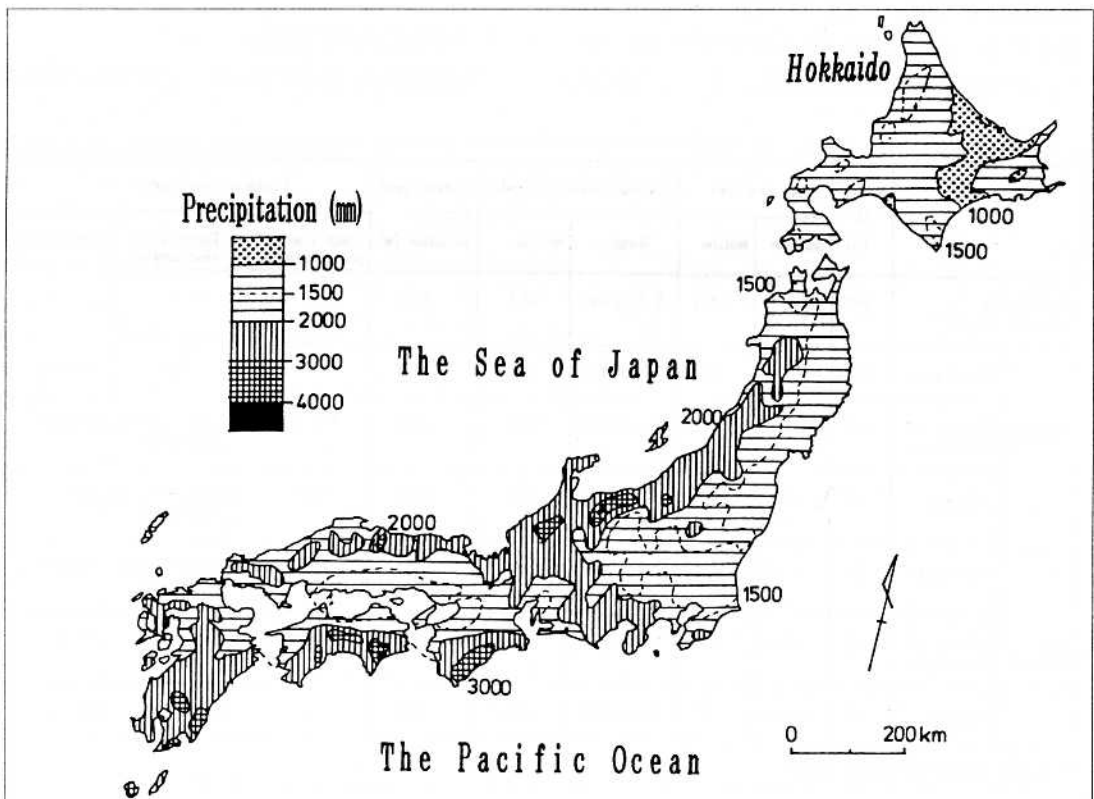


Fig.2 Annual precipitation in Japan

河川の流量を大きく左右する降水量も、日本列島の南北で異なっている (Fig. 2)。降水量は、一般に北で少なく、南で多い。北の北海道で少ないのは、日本列島に多くの降水をもたらす、ポーラー・フロントの北限を越えているためと考えられている (鈴木, 1962)。中央・北日本の日本海側で2000mmを超しているが、それは、主に、冬の降雪によるものである。西日本の太平洋側でも、2000mmを超しているが、それは、台風時の地形性降雨、すなわち、豪雨によるものが少なくない。ところが、最終氷期には、ポーラー・フロントの北限が、南に留まったために、日本列島の降水量が減少したと推定されている (鈴木, 1970; Ono, 1984)。

### III. 集水域面積と扇状地面積との関係

#### 1. データの収集

対象とした扇状地は、面積2 km<sup>2</sup>以上、平均勾配2%以上の半円錐形状地形である。段丘化して何段もの扇状地をもつ河川の場合、最近の平衡状態を表現している最低位の扇状地面を対象とした。その扇状地490個の面積を、2万5千分の1

地形図を用いて測定した。日本で最も大きい扇状地は面積281.7 km<sup>2</sup>、平均勾配3.6%の、北日本にある鬼怒川扇状地である (Fig. 1のK)。

扇頂より上流の集水域面積については、20万分の1地勢図を用いて計測した。対象とした扇状地をもつ流域のなかで、集水域面積の最小は、わずか0.3 km<sup>2</sup>である (Table 1)。一方、最大の集水域面積5,008 km<sup>2</sup>をもつのは、中央日本にある天竜川である (Fig. 1のT)。これ以上の集水域面積をもつ6河川では、扇状地を形成していない。なお、日本列島では、中央日本にある集水域面積9,719 km<sup>2</sup>の信濃川が最大規模である。

集水域面積 ( $A_d$ ) と扇状地面積 ( $A_f$ ) との関係式について、 $A_d$  上での  $A_f$  の回帰線と代表させた場合、面積2 km<sup>2</sup>未滿の扇状地を対象外としているため、その勾配が緩くなる。このことを解消するために、 $A_d$  上での  $A_f$  の回帰線と  $A_f$  上での  $A_d$  の回帰線の二等分線を、回帰線として用いた。日本列島におけるその回帰式は、 $A_f = 0.920 A_d^{0.600}$  と表現される (Fig. 3)。

#### 2. 時期区分と地域区分

気候条件は、前述のように、最終氷期と完新世

	Number of fan	Fan area (km <sup>2</sup> )		Drainage basin area (km <sup>2</sup> )		Highest peak except volcanos (m)	Climatic conditions			
		Maximum	Median	Range	Median		Lower limit of periglacial (m)*	Periglacial environment	Precipitation	
Total in the Japanese Islands	490	281.7	6.3	0.3~5,008	35.2	3192	-	-	-	
Holocene	West Japan	104	54.1	5.4	0.3~ 811	27.0	1982	-	rare	abundant
	Central and North Japan	143	281.7	8.7	1.1~5,008	66.5	3192	2500~2000	a part of high mountains	moderate
	Hokkaido	17	95.8	4.6	2.6~1,805	36.0	2052	1500	a part of high mountains	small
Last Glacial	West Japan	38	31.4	4.9	0.6~ 468	10.8	1982	1500	a part of high mountains	moderate
	Central and North Japan	115	146.4	6.3	1.7~1,269	25.1	3192	1000~500	large extent	small
	Hokkaido	49	201.6	6.5	0.3~1,095	32.8	2052	0	almost all	smallest

\* : after Kaizuka and Chinzei (1986)

Table 1 General setting of alluvial fans in Japan

とで大きく変化している。最終間氷期およびそれ以前に形成された24扇状地 (Fig. 1 の黒三角) を除き、最終氷期の202扇状地と、完新世の264扇状地とに区分した。最終氷期の扇状地でも、前半と後半とは、その大きさが異なるといわれる (Ono, 1990)。しかし、最終氷期の扇状地のなかに、どちらともまだ区分できない扇状地が数多くあるため、本論分では、一括して扱った。

気候条件については、南北で大きく異なっているため、日本列島を3区分した。現在の降水量が少なく、気温の低い、北海道東部を区分し、北海道胴体部 (略して、北海道) とした (Fig. 1)。さらに、現在の降水量が比較的多く、最終氷期でも周氷河環境下の地域がそれほど広がらなかった西日本を区分した。最終氷期には、周氷河環境下の地域が広がったと考えられる中央日本と北日本

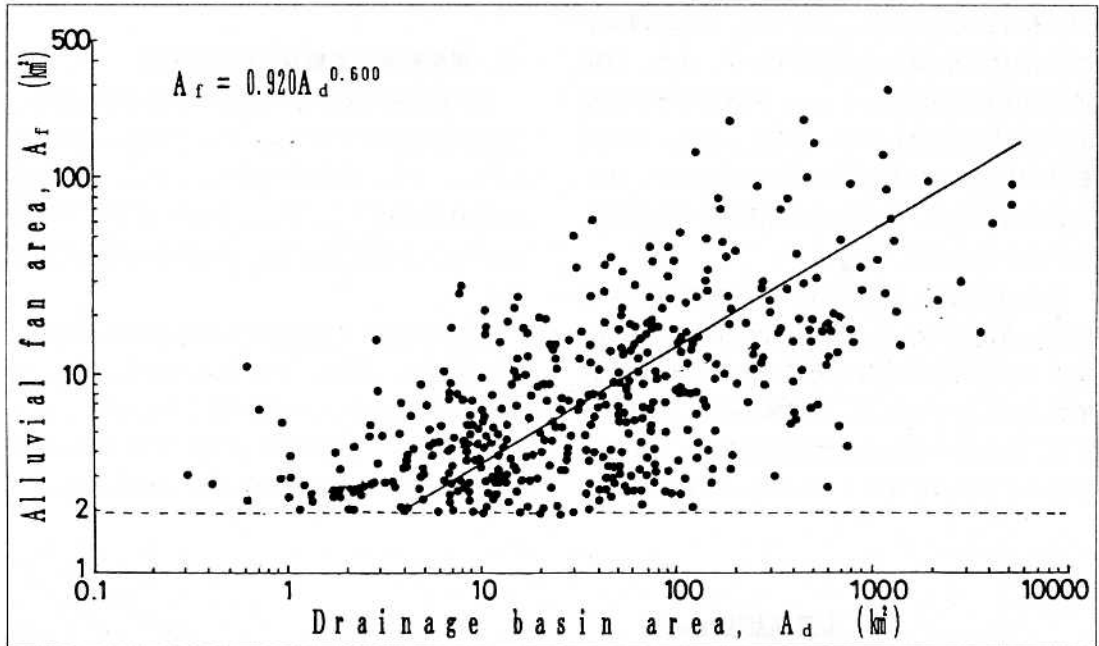


Fig.3 Relations between drainage basin areas and alluvial fan areas

は、中央・北日本とし、同一地域とした。

### 3. 地域・時期毎の集水域面積と

#### 扇状地面積との関係

日本列島で最低位の扇状地面積だけを対象にすると、形成時の扇状地面積が時間とともに縮小するという関係を示さず (齊藤, 1983)、現在認められる扇状地面積は、形成当時の平衡状態を表現しているとみなすことができる。このことは、最終氷期と完新世の扇状地面積を単純に比較できることを意味する。そこで、北海道、中央・北日本、西日本における、最終氷期と完新世の集水域面積と扇状地面積との関係式を得た (Fig. 4)。その結果、最終氷期の扇状地は、完新世の扇状地より

もおおむね大きいことが明らかになった。また、最終氷期の北海道の勾配 (0.707)、最終氷期の中央・北日本の勾配 (0.700)、完新世の北海道の勾配 (0.679) が同様の値であることから、これらの地域の扇状地の発達過程には共通性があると推察される。それに対して、完新世の西日本の勾配 (0.519) は、かなり緩く、ついで、中央・北日本の勾配 (0.600) も緩く、集水域規模が大きくなると、扇状地規模が他地域にくらべ相対的に小さくなることが明らかになった。

### IV. 気候条件が扇状地規模に与える影響量

### 1. 基準値域の設定

面積  $2 \text{ km}^2$  以上の扇状地を形成する490河川の集水域面積は、 $0.3 \sim 5,008 \text{ km}^2$  の範囲にあり、その中央値は  $35.2 \text{ km}^2$  である。この集水域規模での回帰線上の完新世の扇状地面積は、西日本で  $7.8 \text{ km}^2$ 、中央・北日本で  $6.0 \text{ km}^2$ 、北海道で  $6.1 \text{ km}^2$  である (Fig. 4)。最終氷期の扇状地では、西日本で  $11.2 \text{ km}^2$ 、中央・北日本で  $8.7 \text{ km}^2$ 、北海道で  $10.0 \text{ km}^2$  である。最小は、完新世の中央・北日本の扇状地であり、そこでは、周氷河環境下での岩屑供給がほとんど期待できず、また、完新世の西日本の扇状地にくらべ、降水量の多さに起因する岩屑供給量も少ないと考えられる。この完新世の中央・北日本の扇状地を基準にして、様々な集水域規模で、他の地域の扇状地がどの程度大きいのかを求めた (Fig. 5)。

集水域面積  $35.2 \text{ km}^2$  では、完新世の西日本で31%、北海道で2%、最終氷期の西日本で87%、中央・北日本で46%、北海道で67%、扇状地面積が大きくなっている。集水域面積  $29.2 \text{ km}^2$  以下では、完新世の北海道の扇状地の方が、完新世の中央・北日本の扇状地よりも小さく、減少分とし

て表現される。このような、完新世の中央・北日本の扇状地を基準として、扇状地面積の増分・減少分に対する、気温と降水量の影響量を求めることにした。この場合、完新世の中央・北日本の扇状地では、どの集水域規模でも、気温および降水量の影響量は0と仮定する。もちろん、完新世の中央・北日本の扇状地に対する降水量の影響量が絶対値0ではありえなく、その面積  $6.0 \text{ km}^2$  などの値の一部に関わっているはずである。

### 2. 気候条件の影響量に関する仮定

扇状地面積に対する気温と降水量の影響量を、完新世の西日本では  $T_{hw}$ 、 $P_{hw}$ 、中央・北日本では  $T_{hc}$ 、 $P_{hc}$ 、北海道では  $T_{hh}$ 、 $P_{hh}$ 、最終氷期の西日本では  $T_{lw}$ 、 $P_{lw}$ 、中央・北日本では  $T_{lc}$ 、 $P_{lc}$ 、北海道では  $T_{lh}$ 、 $P_{lh}$  とそれぞれ表現する。

現在の環境下で形成された周氷河現象が認められる場所は、高山の一部に限られるのに対し、最終氷期では周氷河限界が  $1500 \text{ m}$  程度下がり (Table 1)、周氷河作用が広い範囲で働いたと考えられる。最終氷期の西日本の周氷河限界と、

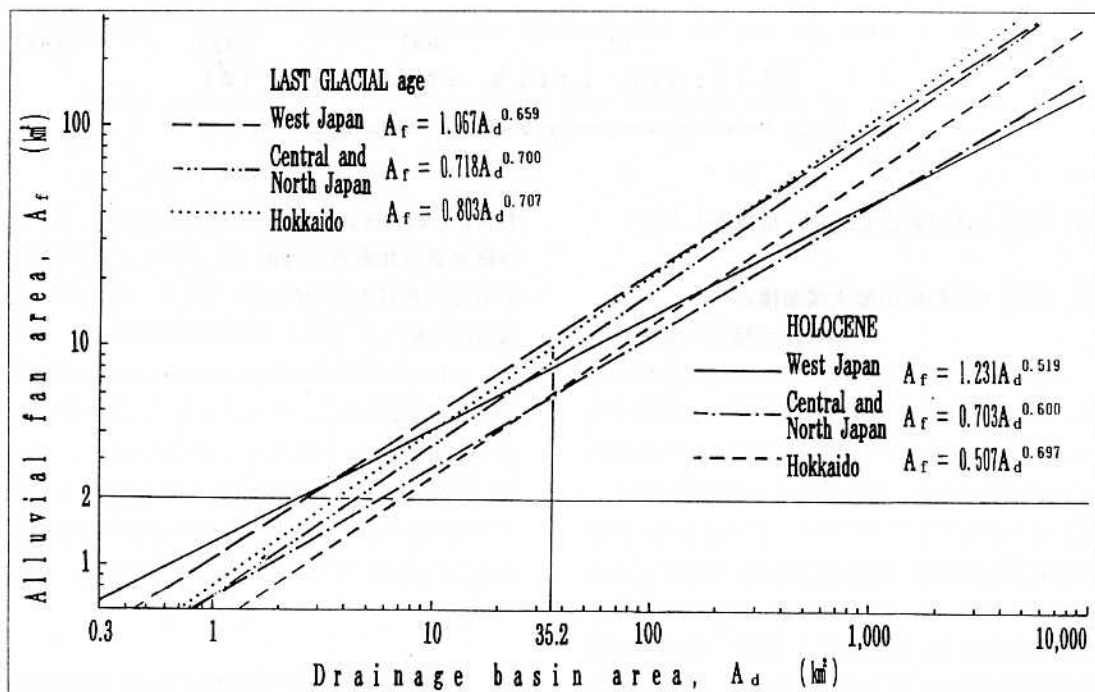


Fig. 4 Regression lines between drainage basin areas and fan areas

完新世の北海道の周氷河限界とが、同程度なので、 $T_{lw} = T_{hh}$ を仮定する。北海道と中央・北日本の大部分では、最終氷期には周氷河環境にあったのに対し、完新世には周氷河環境になかったと考えられる。このことから、北海道における最終氷期と完新世の扇状地面積に対する気温の影響量の差と、中央・北日本のその差とが、等しいと仮定する。すなわち、 $T_{lh} - T_{hh} = T_{lc} - T_{hc}$ とする。さらに、西日本では、最終氷期でも大部分が周氷河環境になかったと考えられるので、西日本での最終氷期と完新世の扇状地面積に対する気温の影響量の差は、質的に変化した中央・北日本にくらべ、小さいものと思われる。そこで、 $T_{lw} - T_{hw} < T_{lc} - T_{hc}$ を仮定する。このとき、完新世の西日本では、周氷河作用がほとんど働かないと考えられるので、 $T_{hw} < T_{hc}$ とする。

ポーラー・フロントの北限は、現在、北海道の北部にあるのに対し、最終氷期では、本州南部（鈴木，1970）あるいは九州南部（Ono，1984）といわれている。このことから、ポーラ

ー・フロント北限の南側に位置する、最終氷期の西日本における降水量の扇状地面積に与える影響量は、完新世の中央・北日本の降水量の影響量と同等、すなわち、 $P_{lw} = P_{hc}$ を仮定する。同様に、ポーラー・フロント北限の北側に位置する、最終氷期の中央・北日本における降水量の扇状地面積に与える影響量は、完新世の北海道の降水量の影響量と同等、すなわち、 $P_{lc} = P_{hh}$ を仮定する。

### 3. 気候条件が扇状地規模に与える影響量

気候条件が扇状地規模に与える影響量は、集水域規模によって異なるものと考えられる。ある集水域面積において、完新世の中央・北日本の扇状地面積に対する増分を、完新世の西日本ではa、北海道ではb、最終氷期の西日本ではc、中央・北日本ではd、北海道ではeとしたときに、上述の仮定を用いて、扇状地面積に対する気候および降水量の影響量が算定できる（Table 2）。たとえば、最終氷期の西日本の気温の影響量（ $T_{lw}$ ）

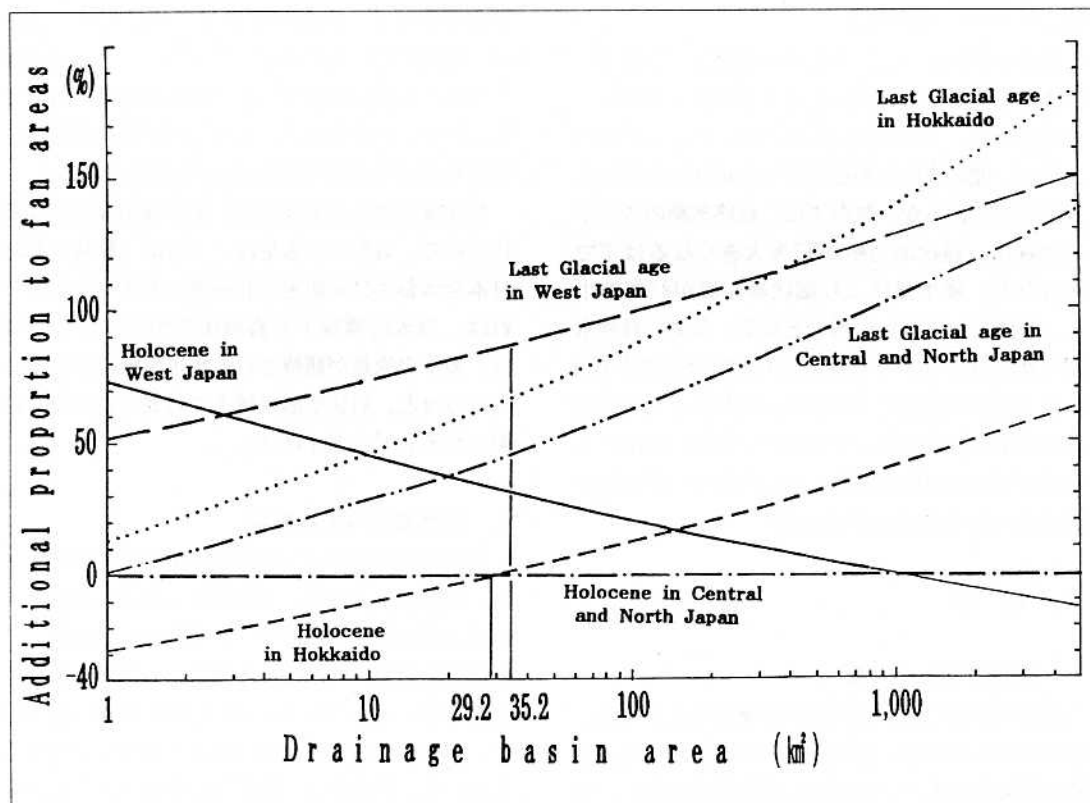


Fig.5 Effective degrees of drainage basin areas upon fan areas

Stage	Region	An example of additions to fan areas (%)	Additions to fan areas owing to temperature	Additions to fan areas owing to precipitation
Holocene	West Japan	a	$0 < T_{hw} < b-d$	$a < P_{hw} < a-b+d$
	Central and North Japan	0	$T_{hc}=0$	$P_{hc}=0$
	Hokkaido	b	$T_{hh}=c$	$P_{hh}=b-c$
Last Glacial	West Japan	c	$T_{lw}=c$	$P_{lw}=0$
	Central and North Japan	d	$T_{lc}=-b+c+d$	$P_{lc}=b-c$
	Hokkaido	e	$T_{lh}=-b+2c+d$	$P_{lh}=b-2c-d+e$

Table 2 Additions to fan areas owing to temperature and precipitation

は、 $P_{lw} = P_{hc} = 0$ なので、 $c$ となる。完新世の北海道の降水量の影響量 ( $P_{hh}$ ) は、 $T_{lw} = T_{hh} = c$ なので、 $b - c$ となる。最終氷期の中央・北日本の気温影響量 ( $T_{lc}$ ) は、 $P_{lc} = P_{hh} = b - c$ なので、 $-b + c + d$ となる。完新世の西日本の気温の影響量 ( $T_{hw}$ ) は、 $T_{lw} - T_{hw} < T_{lc} - T_{hc} = -b + c + d$ 、 $T_{lw} = c$ 、 $T_{hw} < T_{hc}$ なので、 $0 \sim b - d$ となる。

Table 2を用いて、集水域面積毎に、気温および降水量が扇状地面積に与える影響量を求めた。

(Fig. 6)。集水域面積35.2km<sup>2</sup>では、前述のように、完新世の北海道で2%の扇状地面積が大きくなっているが、気温では、最終氷期の西日本と同様に、扇状地面積が87%大きくなるはずであったが、降水量により扇状地面積が85%縮小し、全体として2%の増分となる。なお、最終氷期の北海道では、降水量により扇状地面積が100%以上の減少と算定されるが、それは、降水量の効果では扇状地は本来できなかったが、気温による扇状地面積の増分が著しかったので、扇状地が形成されたものと解釈される。

## V. 考察

### 1. 気温の与える影響

扇状地面積に対する気温の影響量の大きさは、最終氷期の北海道、最終氷期の中央・北日本、最終氷期の西日本 (= 完新世の北海道と仮定)、完新世の中央・北日本、完新世の西日本の順となっ

ている。最終氷期の北から南へ、完新世の北から南へと並んでいることは、気温の低い地域ほど、扇状地面積が潜在的に大きくなることを意味する。その量は、完新世の中央・北日本の集水域面積35.2km<sup>2</sup>の扇状地面積を基準にして、完新世の西日本で0~44%減少するほかは、最終氷期の西日本で87%、中央・北日本で131%、北海道で218%の増加となっている。最終氷期の北海道の気温の効果は、完新世の中央・北日本の気温の効果にくらべ、3倍の扇状地面積をもたらす潜在能力をもっている。

最終氷期の北海道では、周氷河環境下の地域が平地部分まで拡大し、岩屑生産が盛んになったため、扇状地が拡大したものと思われる。最終氷期の中央・北日本では、周氷河環境下の地域が山腹まで広がったので、やはり扇状地が拡大したものと思われる。最終氷期の西日本や完新世の北海道では、周氷河現象は高山の一部に限られているにもかかわらず、気温の扇状地規模に対する効果は、比較的高いものとなっている。一方、完新世の西日本の扇状地面積に対する影響量は、特定できないが、減少部分は、温暖なため風化が進み、粗粒物質の生産が弱まるためと考えられる。

集水域規模との関係では、集水域が大きくなるにつれて、気温の影響量は、一般に(最終氷期の日本全体および完新世の北海道)大きくなる。それは、周氷河環境下で岩屑生産が盛んになる場合、多くの流量が期待される集水域規模の大きいところほど、扇状地形成域まで岩屑が効率良く運搬されるためと思われる。

### 2. 降水量の与える影響

扇状地面積に対する降水量の影響量の大きさは、完新世の西日本、完新世の中央・北日本 (= 最終氷期の西日本と仮定)、完新世の北海道 (= 最終氷期の中央・北日本と仮定)、最終氷期の北海道の順となっている。降水量の少ない地域ほど、扇状地面積が潜在的に小さくなることを意味している。その量は、完新世の中央・北日本の集水域面積35.2km<sup>2</sup>の扇状地面積を基準にして、完



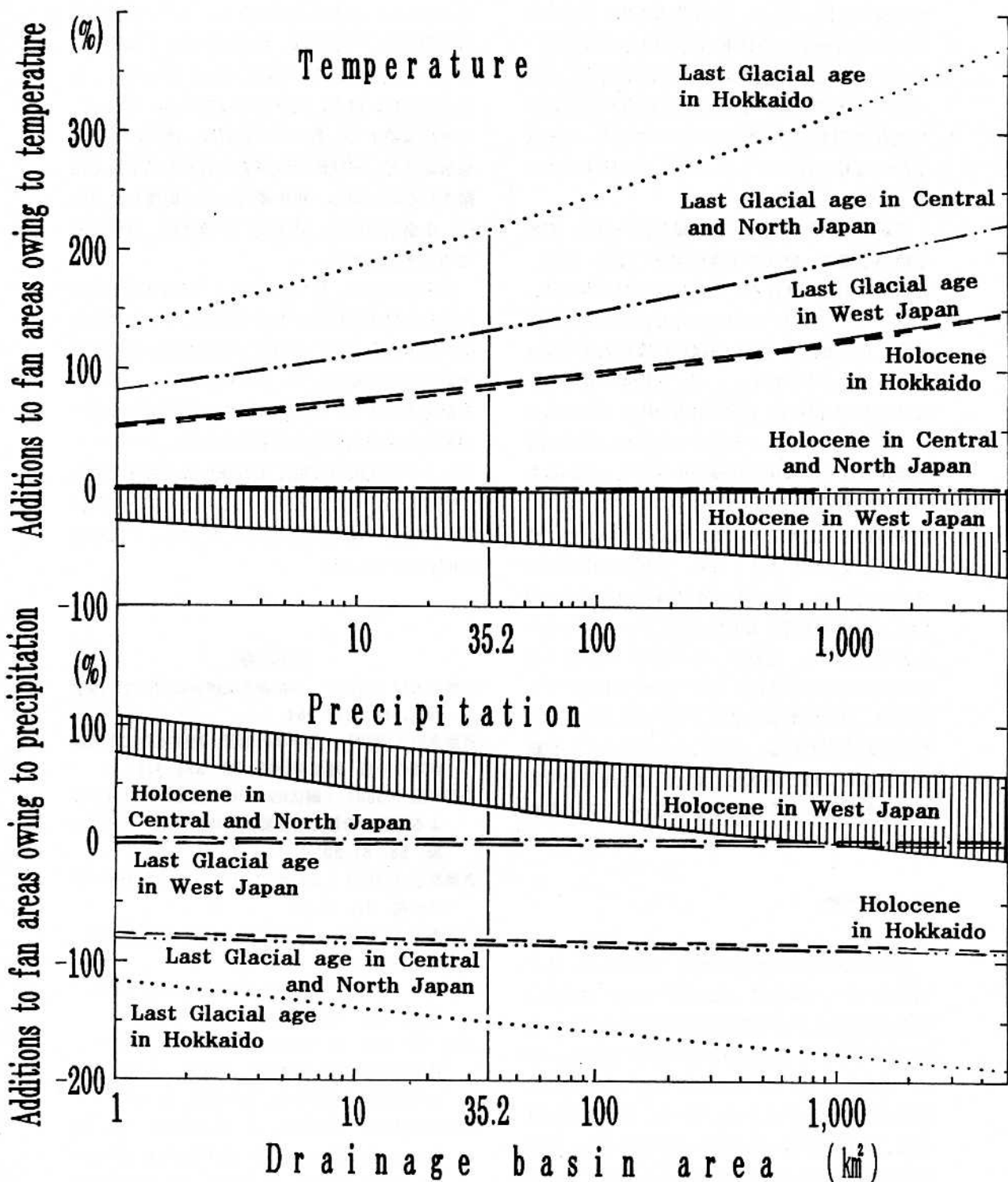


Fig. 6 Effective degrees of climatic conditions upon fan areas

新世の西日本では31~75%増加するほかは、完新世の北海道で85%、最終氷期の北海道で151%の減少となっている。完新世の中央・北日本の扇状地との差が、西日本の扇状地との間(31~75%)よりも、完新世の北海道の扇状地との間(85%)とで大きいことは、完新世や最終氷期の北海道では、この降水量の少なさによって扇状地がかなりできにくくなったことを意味している。

完新世の西日本では、降水量が多いので、岩屑供給が豊富で、扇状地規模が大きくなる。また、完新世の中央・北日本や最終氷期の西日本では、ポーラー・フロントがやってくるので、降水量が多く、北海道にくらべ、扇状地規模が大きくなっているものと思われる。一方、完新世の北海道、最終氷期の北海道、最終氷期の中央・北日本では、ポーラー・フロントがやっこないで、降水量が少なく、扇状地規模が小さくなっているものと思われる。

完新世の西日本では、集水域が小さいほど、降水量の影響量が、大きくなる。完新世の中央・北日本にくらべ、集水域面積10km<sup>2</sup>で45~84%の増分、集水域面積1km<sup>2</sup>では実に75~105%の増分となっている。それは、集中豪雨などによる崩壊で生産された物質が、集水域規模の小さいところほど、扇状地形成域まで岩屑が効率良く運搬されるためと思われる。このことを反映して、完新世の西日本では、集水域面積と扇状地面積との関係式の勾配が、とくに緩くなっているものと思われる。

## VI. まとめ

気候条件が扇状地規模に与える影響量は、集水域規模によって異なる。完新世の中央・北日本の集水域面積35.2km<sup>2</sup>の扇状地を基準にすると、気温の影響量は、最終氷期の西日本で87%、中央・北日本で131%、北海道で218%の扇状地面積を増加させるものとなっている。降水量の影響量は、完新世の西日本で31~75%の増加、完新世の北海道で85%、最終氷期の北海道で151%の減少となる。低温で周氷河環境が広がったとこ

ろほど、あるいは、降水量の多いところほど、扇状地の拡大が著しく、扇状地規模は、岩屑生産量を反映しているものと思われる。また、扇状地規模の増分は、気温では、集水域が大きくなるにつれて、大きくなっているのに対し、降水量は、集水域が小さいほど、大きくなっている。それは、周氷河環境下で生産された岩屑は、流量の多い大集水域ほど、扇状地形成域まで岩屑が効率良く運搬されるのに対し、集中豪雨などで崩壊した土砂は、小集水域ほど、効率良く運搬され、堆積するためと考えられる。

以上のように、日本列島では、気候条件の違いにより、扇状地規模が大きく変化している。それは、日本列島上で、空間的・時間的に、気温や降水量が量的に変化しているだけではなく、岩屑生産量を規定する、周氷河環境から非周氷河環境への質的变化をもたらす気温の変化や、ポーラー・フロントの北限の移動による降水量の大きな変化に依存しているためと思われる。このような気候条件に敏感に反応する扇状地の実態と、その程度が明らかになった。

## 引用文献

- 井関弘太郎(1975): 沖積層基底礫層について. 地学雑誌, 84, 247-264.
- 斉藤享治(1982): 集水域の地形・地質条件による扇状地の分類. 地理学評論, 55, 334-349.
- 斉藤享治(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.
- 斉藤享治(1985): 扇状地の特性を形成する因子. 東北地理, 37, 43-60.
- 鈴木秀夫(1962): 日本の気候区分. 地理学評論, 35, 205-211.
- 鈴木秀夫(1970): 第四紀気候帯変動に関する知見と日本の位置. 地理学評論, 43, 117-118.
- 戸谷 洋・町田 洋・内藤博夫・堀 信之(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.
- Bull, W.B.(1962): Relations of alluvial-fan size and slope to drainage-basin size and lithology in western Fresno County, California. U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 450-B, 51-53.

- Bull,W.B.(1964) : Geomorphology of segmented alluvial fans in western Fresno County, California. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper*, 352-E, 89-129.
- Denny,C.S.(1965) : Alluvial fans in the Death Valley region, California and Nevada. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper*, 466, 1-62.
- Hooke,R.L.(1967) : Processes on arid-region alluvial fans. *Jour. Geol.*, 75, 438-460.
- Hooke,R.L. and Rohrer,W. L.(1977) : Relative erodibility of source-area rock types, as determined from second-order variations in alluvial-fan size. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 88, 1177-1182.
- Kesel,R.H.(1985) : Tropical fluvial geomorphology. Pitty,A. ed.: *Themes in geomorphology*. Croom Helm, London, 102-121.
- Kostaschuk, R. A., Macdonald, G. M., and Putnam,P.E.(1986) : Depositional process and alluvial fan-drainage basin morphometric relationships near Banff, Alberta, Canada. *Earth Surf. Proc. and Landforms*, 11, 471-484.
- Lecce(1990) : The alluvial fan problem. Rachocki,A.H. and Church M. ed.: *Alluvial fans*, John Wiley & Sons, Chichester, 3-24.
- Lustig,L.K.(1965) : Clastic sedimentation in Deep Springs Valley, California. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper*, 352-F, 131-192.
- Ohmori,H.(1978) : Relief structure of the Japanese mountains and their stages in geomorphic development. *Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo*, No.10, 31-85.
- Ono,Y(1984) : Last glacial paleoclimate reconstructed from glacial and periglacial landforms in Japan. *Geogr. Rev. Japan*, 57(Ser.B), 87-100.
- Ono,Y.(1990) : Alluvial fans in Japan and South Korea. Rachocki,A.H. and Church M. ed.: *Alluvial fans*, John Wiley & Sons, Chichester, 91-107.
- Yoshikawa,T.(1974) : Denudation and tectonic movement in contemporary Japan. *Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo*, No.6, 1-14.

## Relationships between alluvial-fan sizes and climatic conditions in Japan

Kyoji SAITO

Dept. Geography, Saitama Univ.

The effective degrees of climatic conditions upon alluvial fans were obtained (Fig.6), on the basis of the regression lines between drainage basin areas and fan areas (Fig.4). Larger fans have been made in the regions under periglacial conditions due to lower temperature or under more precipitation. The degrees are also dependent on drainage basin areas. As to effects of temperature, larger drainage basins have made larger fans as compared with those obtained by regression lines. As concerned effects of precipitation, smaller drainage basins have formed fans of larger areas than those calculated by the regression lines.