

1. はじめに 扇状地の河道計画を策定する場合、河床を構成する主モードの砂礫の供給量を把握しておくことが肝要である。本報告では黒部川扇状地の堆積量の収支から年間粗礫供給量を推定した結果について述べる。
2. 黒部川現扇面の形成過程 黒部川扇状地の地形を図1に示す。現扇面は愛本狭窄部を頂点として見事な円錐形を成している。扇頂角は60度、半径は13km、平均勾配は $1/100$ である。現扇面の両側には古い扇面が残されている。図2に各扇面の縦断形を示す。測線の平面位置は図1に示してある。これらの扇面の形成は、十二貫野面前沢面、舟見野面、現扇面の順である。すなわち勾配の急なものほど昔に形成され、順次古い扇面を開析しながら現在の地形が造られた。⁽¹⁾ 洪積世末期のヴェルム氷期には舟見野面が愛本を扇頂として広がっており、沖積世に入って(約1万1千年前)生産土砂量が減少するとともに開析されて現扇面が形成されたと考えられる。

以後、舟見野面を旧扇面と呼ぶ。

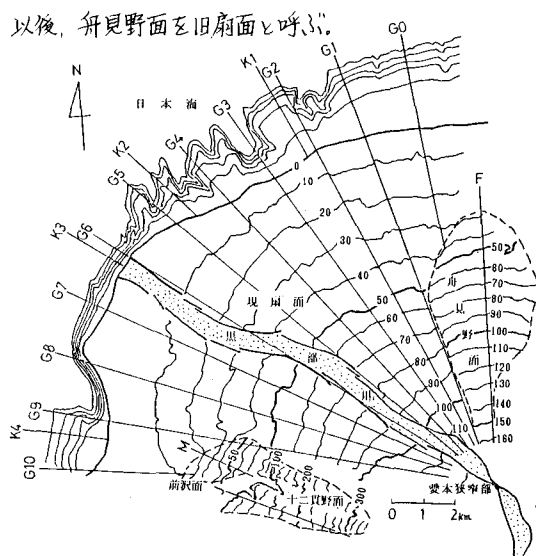


図1 黒部川扇状地平面図

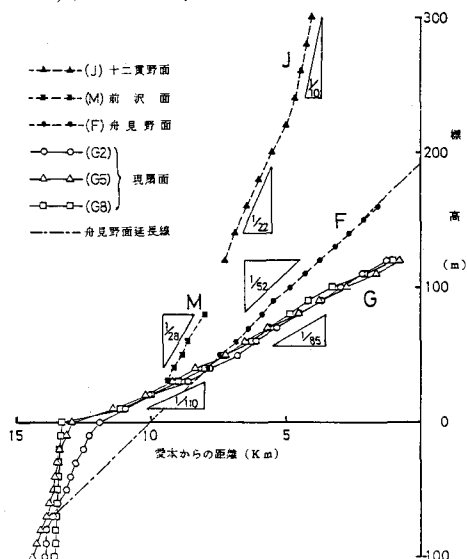


図2 黒部川の新旧扇面縦断形状図

3. 平均年粗礫供給量 旧扇面の形状を求めて現扇面と比較すれば、現扇面形成に伴う土砂移動量を推定できる。旧扇面は標高40mで現扇面下に潜るのでこれより先の形状は不明だが、地上部分がほぼ一定勾配であるので、図2の一点鎖線のように直線的に延長して考える。すると標高-70m付近で再び現地形と交わる。この-70mという位置は重要な意味を持つ。すなわち洪積世末期のヴェルム氷期の海水面がほぼこの位置にあったと推定されている。⁽²⁾ 現扇面と同様に旧扇面の扇端は当時の海水面に一致していたはずである。したがって残存する舟見野面の延長線上に旧扇面が存在したとする仮定はそれほど不自然でない。

旧扇面から現扇面に移行する過程の土砂移動量を算定するにあたり、標高-70mより上部のみを考える。また測線G1とG9の内側を考える。ただし堆積部の一部についてはG9とG10の内側とする。旧扇面を $r = 0\text{km}$ で $Z = 192\text{m}$ 、 $r = 13.7\text{km}$ で $Z = -70\text{m}$ の円錐形と仮定し、上記の領域で体積を求めると、 $10.21 \times 10^9 \text{m}^3$ となる。また現扇面と交わる標高40m以上の体積は $1.70 \times 10^9 \text{m}^3$ となる。一方、現扇面の陸上部分の形状算定には明治43年測量の $1/5$ 万地形図を、海底形状の算定には昭和47年測量の $1/5$ 万海洋沿岸土地条件図を用いた。現扇面の体積を数値積分すると、標高-70mより上部の体積は $11.58 \times 10^9 \text{m}^3$ 、標高40mより上部の体積は $1.05 \times 10^9 \text{m}^3$ となった。旧扇面体積との差をとれば、全体として $1.37 \times 10^9 \text{m}^3$ の堆積、標高40mより上部で $0.65 \times 10^9 \text{m}^3$ の洗掘、標高40m以下-70m

以上の間で $2.02 \times 10^9 \text{ m}^3$ の堆積となる。以上の結果を図3に総括する。

沖積世1万1千年の間は気候が比較的安定していたと考えられている。そこで上流からの土砂供給も統計的には定常であつたと仮定すれば、上述の正味の堆積量を1万1千年で除すことにより黒部川扇状地の平均年堆積量を推定できる。この値は $12.5 \text{ 万 m}^3/\text{年}$ である。

黒部川扇状地構成材料の主モードは粒径 $10 \sim 20 \text{ cm}$ の粗礫であり、河口から排出されてもそれほど遠方に運ばれないものと推察される。扇状地の北半分は現在海岸線が後退しつつあり、また西半分は河口排出土砂により突出している。しかし -40 m 以深の等深線は依然として愛本を中心とした同心円形を成しており、岸沖方向の土砂移動は浅い部分に限られていると思われる。沿岸方向の土砂移動は不明だが、図1において海底谷の深みが浅部の等深線にかなり影響を及ぼしていることから、沿岸方向の土砂移動もそれほど大きくないものと思われる。したがって黒部川の平均年粗礫供給量(堆積量換算)は上述の平均年堆積量に概ね等しいものと推測される。

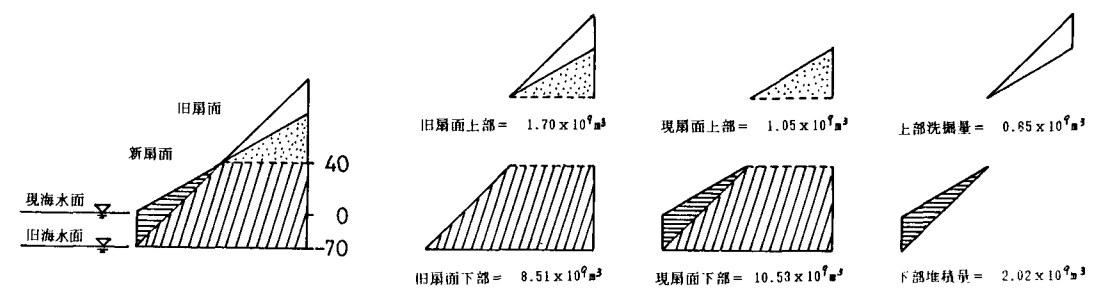


図3 現扇面形成にともなう土砂移動量

4. 年間粗礫供給量と年最大流量の関係 黒部川の55年間の年最大流量をHazenプロットした結果を図4に示す。これより、年最大流量の確率密度は次式で表わされる。

$$f(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(\xi - \bar{\xi})^2}{2\sigma^2}\right\}, \quad \bar{\xi} = 3.1, \quad \sigma = 0.27 \quad (1)$$

ここに $\xi = \log_{10} Q_p$, Q_p = 年最大流量である。

年間粗礫供給量 S と Q_p の関係を次の形に仮定する。

$$S = \alpha \cdot Q_p^\beta, \quad \alpha, \beta = \text{定数} \quad (2)$$

(1), (2) 式から平均年粗礫供給量は次のように表わされる。

$$\bar{S} = \frac{\alpha}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left\{\beta \cdot \ln(10) \cdot \xi - \frac{(\xi - \bar{\xi})^2}{2\sigma^2}\right\} d\xi = 12.5 \text{ 万 m}^3/\text{年} \quad (3)$$

さて、黒部川の既往最大出水は昭和44年8月洪水で、ピーク流量 $Q_p(44)$ は約 $5700 \text{ m}^3/\text{s}$ であつた。一方、横断測量結果よりこの年の堆積量 $S(44)$ は約 80 万 m^3 であつた。したがって $\alpha = S(44)/Q_p(44)^\beta$ 。以上から次の関係式を得る。

$$S = 1.88 \cdot Q_p^{1.5} \quad \text{単位: } S(\text{m}^3/\text{年}), Q_p(\text{m}^3/\text{s}) \quad (4)$$

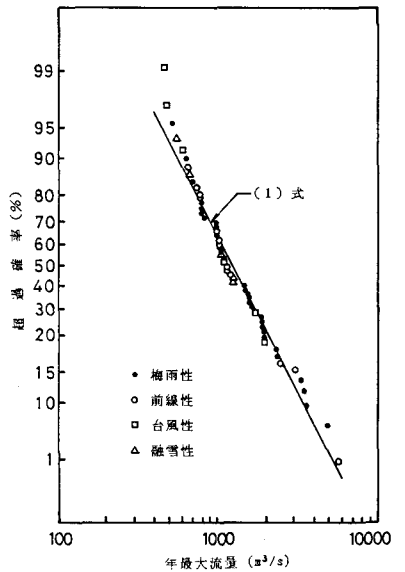


図4 黒部川年最大流量の超過確率

5. おわりに 上記の式は S と Q_p の一対一の対応を示すものではない。年間の洪水回数や波形の具合あるいは崩壊事象の有無によって同一の Q_p に対しても S は変化するからである。上記の式は長期間の統計的相関式として成立することを期待されるものである。本研究は科学研究費特別研究(1)「比較河川学」(代表者: 北大 岸力教授)の補助を受けている。引用文献: (1)黒部川のあゆみ、建設省黒部工専事務所, (2)世界大百科辞典、平凡社