

黄河の流出率

Runoff Ratio of the Yellow River

国立防災科学技術センター 正員 木下 武雄

1. はじめに:

流出率は通常、流出量÷雨量という形で定義される。しかし、流出量・雨量と言ってもそれが体積で示されたものか、瞬時値か、体積としたら積分期間はどのくらいかは流出の意味を変えるほど重要な要素である。また雨量－流出量は損失量と呼ばれ、流出しなかった雨の量を指す重要な要素であるが、これにも期間などの考慮が必要である。著者はかつて日本の大河川における年損失量は、2,3の例外はあるが、約500mmとなることを建設省技術研究会においてまとめ、それは水理公式集にも引用されている。また数km²以下の場合には流域面積が小さくなると流出率が小さくなることも示した。¹⁾しかし、それは日本の気候は一樣に温暖湿潤であるため目立つたがいとは言えない。

そこで条件が変化する外国の河川について調べたいと考えていたところ、ESCAPのスタディツアとして中国を訪問する機会をえ、中国側より資料の提供をうけた。それを基に①中国河川の流出率・損失量を求め日本の河川との相互比較を行い黄河の特徴をみ、②黄河について上流・中流・下流の各部の流出率を求めて、地理的条件と比較し、③黄河中流部の黄土地帯の短期流出を土砂流出と比べて調べ、この国の洪水発生の特徴を推察してみた。

2. 洪水比流量

黄河下流(花園口:流域面積約73万km²)の計画洪水流量は22300m³/secであって、これは1958年7月の実測資料に基づいているもので、この計画洪水流量の比流量を求めると約0.03m³/sec/km²となって、日本の河川より著しく小さい。これは、黄河の水文条件をよく考察してみないと十分なことが言えないので流出率等と比べ乍ら後述する。

3. 中国河川の流出率・損失量

表1に中国河川の流出率・比流出量Sを示す。流域面積Aと年流出量RはHUANG Wen Xian氏のスピーチに拠った。年降水量pは理科年表より計算した。これによると北の河と南の河とで流出率は大きな値を示し、中央の河(この場合は黄河)が最小となる。降水量は松花江など東北部は600mm/年であるが、黄河上流部は300mm/年もない沙漠だからである。珠江では1400mm/年の降水量があり日本の平均的状态に近いが、損失量は約600mm/年で日本より多く、従って年流出率は約0.5とやや小さい。とにかく中国7大河川のうちに黄河は最も流出率の小さい河である。S/pはpに比例していると思われる変化をする。図1のようにこれはSがp²に比例するとも言える。年損失量が一定という例は日本のようにpが大きい範囲のことで、pが小さくなると中国においてみられるような傾向を示すので、両者を合わせると図2のようになる。

4. 黄河の上流 中流 下流の流出率

表2に黄河の主要観測所の流出量を示す。これはCheng Xuemin: Water Resources Planning of the Yellow River²⁾から引用したものである。これを縦軸にとり、横軸に流域面積をとったものが図3である。この図中の勾配は該当する区域の流出量を表わす。これを見ると、

- ① 水源～蘭州: 名高いザーリン、オーリン湖から流れ出す水は割に豊富である。流出量は約140mm/年である。降水量が300～400mm/年と推定されているから流出率は0.4程度で、実は黄河全域で最も大きい。
- ② 蘭州～托克托: 塞上の江南と呼ばれる所で流出量はマイナス、沙漠の中へ2000年前からの灌漑システムが水を引いてしまうので損失量が降水量を上まわる。
- ③ 托克托～花園口: 黄土高原を流れる。流出高は60mm/年、降水量が500～600mm/年と推定される

から年流出率は0.1である。これは異常に小さい値である。花園口は扇状地へ出ているので一步手前の三門峽をとっても傾向は同じ。峽谷部だから伏流水となって水が逃げるとは考えられない。この区間で黄河が浮遊土砂を一挙に増すことはあまりにも有名であり、過去の大洪水は三門峽の前後に大雨が降った時に発生している。にも拘らず流出率が著しく小さい。

5. 黄河中流部黄土地帯の短期流出

この点についてはJiuyuan 谷において詳細な調査がなされた。表2は龔時・蔣德祺：Soil Erosion and its control in small watershed of the Loess Plateau によるデータである。1956年から1966年にかけての5回の雨で総雨量 mm ，総流出量(m^3/Km^2)が与えられているのでこの一雨雨量(3~18時間)ごとの流出率が求められ、それを瞬間雨量強度(mm/min)と比べると図4のようになる。表2によると強雨が何回も現われ、大きな流出率が観測されていて、両者はほぼ直線的な関係を持っていることがわかる。流出率が100%をこえる範囲まで延長できるとは思えないが、異常に大きな流出率である。

1958年の洪水期等の流出率が求められる。1958年洪水は計画洪水としてとり上げられた大洪水であるが、この地点における洪水期流出率は0.1と大へん小さい。以上から類推すると、黄河の黄土地帯では一般には流出率は大へん低いが集中的に強雨が降ることがしばしばあり、(この点は日本も同じであるが)、その時に極めて大きい流出率で流出が発生し、それが直下流で洪水となるのであろう。もしこの強雨がかなり広い範囲で何回もくり返し発生すると、下流で大洪水になると思われる。

ついで乍ら流失土砂量と流出率とを比べると図5のようによい相関を示すこと、及び流失土砂量(ton)/流出量(m^3)が0.8~0.9であることも注目値する。

6. ま と め

以上のように黄河を中心として中国の河川の流出率について若干の試算を試みた。その結果、日本の河川ではみられない傾向又は日本の河川の延長線上の傾向などがみられた。それによると、一般に中国の河川の流出率は大へん小さいが、局地的には大きいので、その範囲の広さは日本の水文条件からは推察できないほどである。さらに黄河は托克托より上流を別流域と考えた方が理解しやすいような特殊な河川であり、ここに比流量などをとるときの重要な鍵がある。また土砂流出は托克托以下において著しいので、その量の大きさといい、その一雨雨量における流失の割合といい極端に大きく、その機構の解明は今後の問題である。

資料が限られているので、これだけで十分なこととは言えないが両国が今後研究を協力することによって、水文学がより深いものになって行くであろう。

参考文献

- 1) Kinoshita, Takeo : Comparison of Runoffs from Big Basins with Those from Small Basins, Proc. of IAHS Tokyo Sympo. IAHS Pub No. 117
- 2) 大熊 孝による訳が「中国の河川，1980年4月，訪中レポートNo. 1」中に収められている。

	流域面積 A 10 km ²	年流出 R 10 ⁹ m ³	比流出量 S R/A mm	年降水量 p mm	年流出率 S/P
松花江	546	76	139.2	566	0.246
遼河	219	22	100.5	509	0.198
海河	(319)	20.7	64.9	494	0.131
黄河	752	48	63.8	433	0.147
淮河	260	39.3	151.2	849	0.178
揚子江	1800	1020	566.7	1069	0.530
珠江	450	306.9	682.0	1395	0.489

表1. 中国河川の年流出率

Date	Rainfall		Rainstorm		Runoff per Unit Area $A \left(\frac{10^3 \text{ m}^3}{\text{km}^2} \right)$ mm	Soil Loss per Unit Area ton/km ²	Runoff Ratio A/B
	B Average in the Watershed mm	Duration hr	Intensity mm/min	Duration min			
Aug. 8 1956	45.1	2.40	2.0	7.0	21.1	18,500	0.47
Aug. 19 1959	79.9	18.90	0.8	10.0	15.2	12,150	0.19
Aug. 1 1961	57.7	3.14	3.3	10.0	32.1	26,200	0.56
July 5 1964	129.1	18.81	1.1	8.0	17.2	15,600	0.13
July 17 1966	78.8	5.74	2.8	5.0	53.94	29,100	0.68
Flood Season							
1958	506.2				50.7		0.100
1955	285.6				11.55		0.040
Yearly Average	362.0				24.3		0.067

表 2.

Jiuyuan における

土砂流失量と降雨

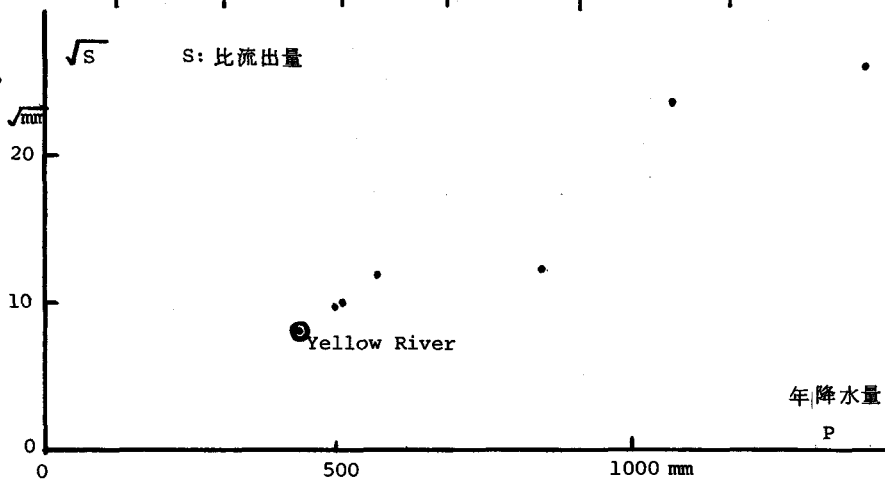


図 1.

中国河川の年比流量
と年降水量

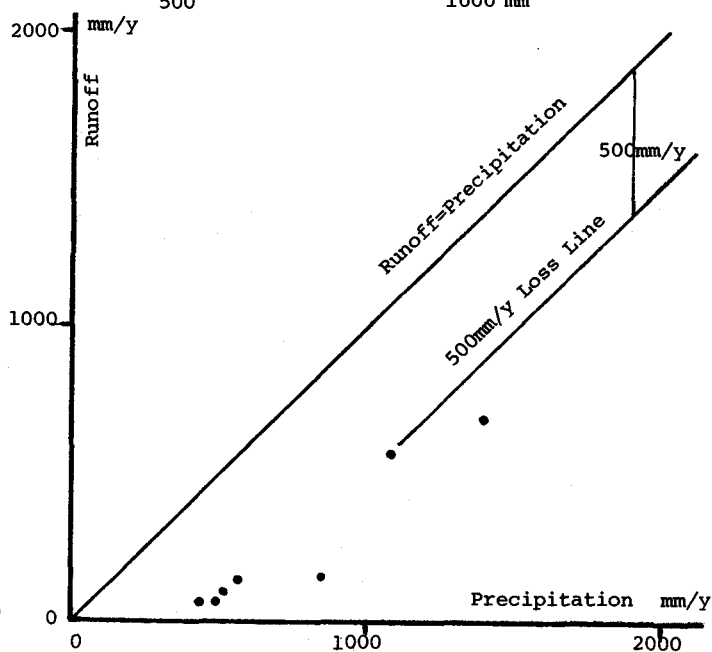


図 2. 中国河川の年流出量と日本の
河川の年流出量

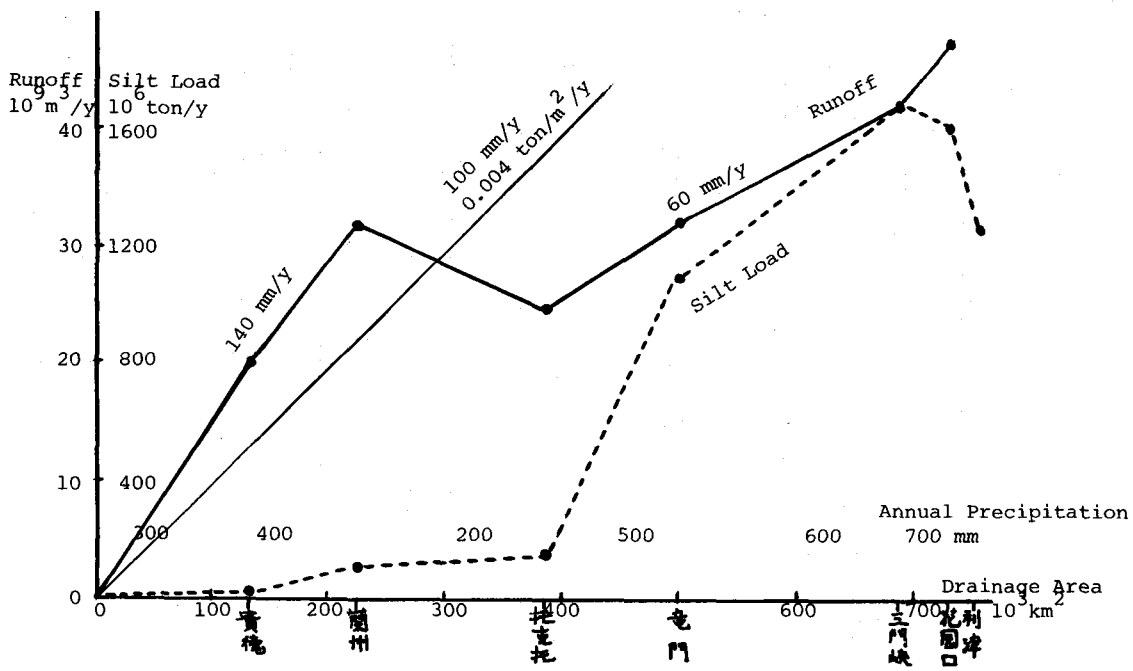


図 3. 黄河の各区間の年流出量と流域面積

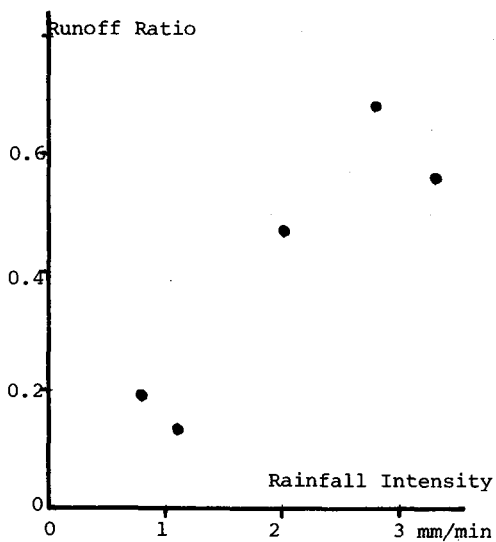


図 4. 降雨強度と流出率（短期）

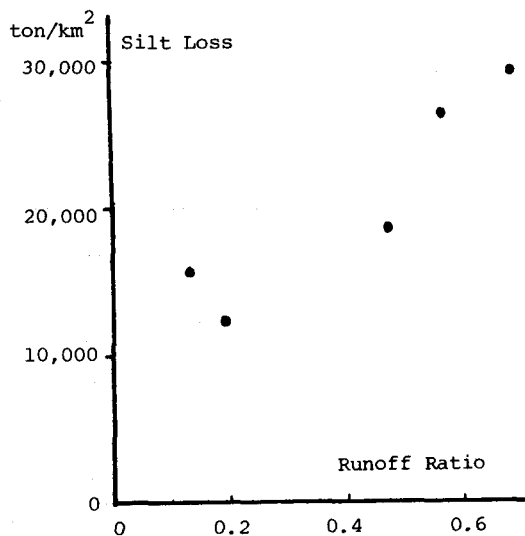


図 5. 土砂流失量と流出率（短期）