

農地圃場整備による河川の流出形態について

Runoff Characteristics due to Agriculatual Refinement

宇都宮大学工学部 正員 須賀 堯 三
建設省 関東地建 正員 ○中 尾 忠 彦
宇都宮大学工学部 正員 長谷部 正 彦
宇都宮大学工学部 正員 田 中 仁

1. はじめに

本報告では、年々改良されてきている農地圃場整備が、河川の流出形態に及ぼす影響（例えば、降雨特性の変化がないにもかかわらず、洪水の到達時間の縮小、あるいは単位図のピーク流出量の増加等）と、最終的には、この農地圃場整備による流出形態と都市流出形態との相違点を検討することを目的とする。

同様な問題を扱った研究としては、建設省土木研究所による圃場流出モデルがある。水理解析モデルとして、地形特性や圃場整備による流出機構の変化（降雨損失、水路形態等）を十分に表現するために、水田からの流出を物理的に考慮した（例えば、田面高、畦畔高、田面貯留面積等の要因を考慮）低平地タンクモデルを考えている。低平地タンクモデルは、（i）河道タンク間の流れ、と（ii）水田タンクからの流出モデルから成り立っている。

本研究では、直接に土木研究所の流出モデルを考えるのではなく、まず第一歩として、解析流域の水文特性を水文資料時系列から把握し、この水文特性（応答特性）をも表現できる水理解析モデル（例えば上記のタンクモデルを参考にする）を考える。

2. 対象流域と水文特性

(a) 対象流域

対象としているK川流域は、流域面積が $A=1043\text{ km}^2$ であるが、本研究では、このK川流域の中流部を研究対象としている。研究対象流域面積は、 587.7 km^2 である。また、この河川は、流域の大部分を占める耕地を流れる緩流河川である。

(b) 水文特性

既存の水文資料（降水量、流出量）のハイドログラフとハイトグラフ（昭和33年 7月，昭和56年 8月）を図-1（a），（b）に示す。なお、図のハイドログラフは水位を示してある。

この2つの解析例の一例は、農地圃場がほぼ未整備な状態の例であり、一方、昭和56年の例は、農地圃場が整備された年の例である。

次に、水位を流量に変換して、解析年（昭和33年～昭和57年）の水文特性を表-1に示す。

表-1 水文特性

年 度	総降水量	流出量	Smax	ピーク流量	初期流量	流出率
33 A	442,108	303,486	3192.91	552 m^3/s	128.16 m^3/s	0.686
33 B	811,290	251,311	19798.07	355	354.92	0.310
41	469,639	354,119	30179.44	677	24.30	0.754
46	487,273	255,900	17163.23	437	31.33	0.525
47	299,705	142,425	16759.76	263	75.14	0.475
49	222,127	159,897	14814.02	370	26.90	0.720
50	244,289	218,327	12804.90	417	12.17	0.894
56	101,717	80,317	11946.00	307	11.46	0.790
57	67,752	220,899	960.78	452	78.72	3.880

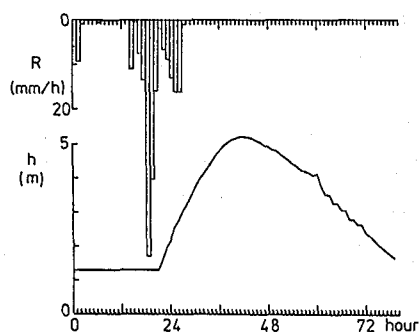


図-1 (a) ハイドログラフ (昭和33年 7月)

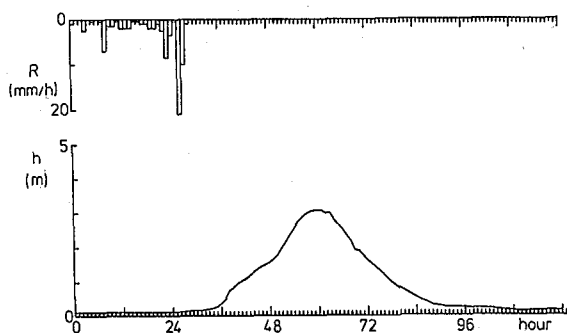


図-1 (b) ハイドログラフ (昭和56年 8月)

また、図-2に最大貯留量の時系列変化を示す。これらの図表の結果から、最大貯留量 (S_{max}) が年々減少していることがわかる。また、表に示している流出率 (f) は、次式の定義である。

$$f = \Sigma Q / \Sigma R \quad (3)$$

ここに、 f ; 流出率, ΣQ ; 総流出量
 ΣR ; 総降水量。

図-3に貯留量の年々の変化を示す
貯留量 (S) は、次式で求める。

$$S(t) = \int_0^t f \cdot R(t) dt - \int_0^t Q(t) dt \quad (4)$$

ここに、 S ; 貯留量, f ; 先に求めた
流出率, R ; 降水量, Q ; 流出量。

図-3から理解できるように、貯留量 (S) が、概略的にみて年毎に減少しているように思われる。

次に、初期流量 (q_A) と貯留量との関係を検討すると、初期流量が大きくなると貯留量が減少する傾向が見られるけれど、ばらつきが大きくてはつきりとはわからない。

3. 農地圃場整備

図-4に農地圃場整備の時系列変化を示す。ただし、この図は、昭和51年度からのものである。この図から、解析年度 (昭和56年度) の圃場整備を具

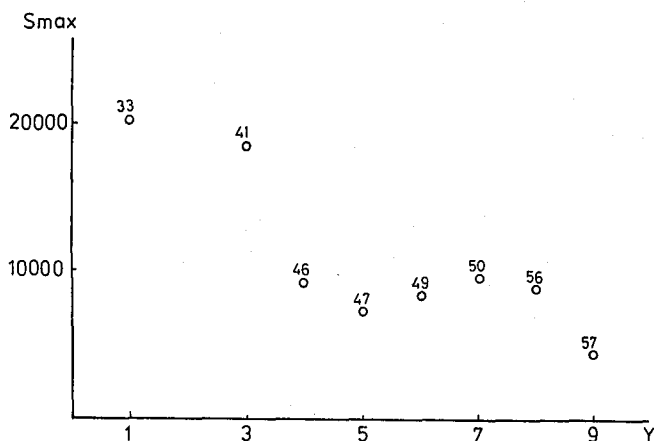


図-2 最大貯留量の時系列変化

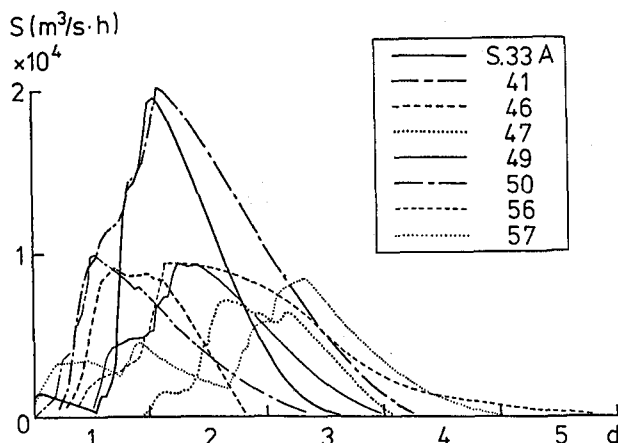


図-3 解析年の貯留量

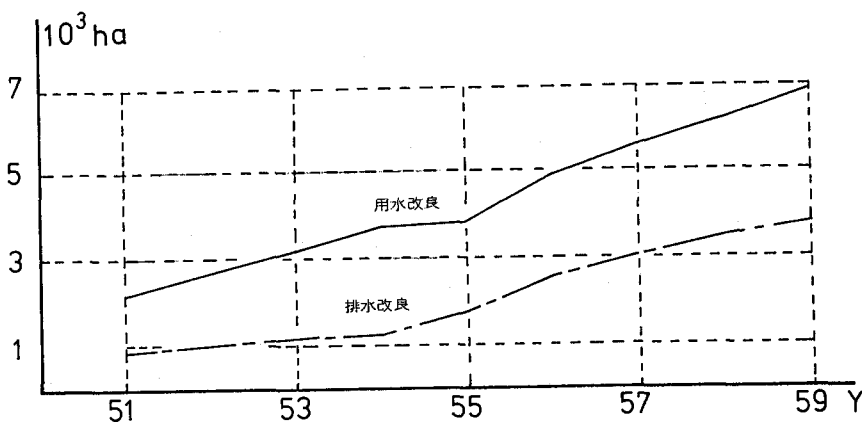


図-4 農地圃場整備の推移

体的にみると、用水の整備が、約5000ヘクタール(50Km²)、排水路整備が、約2500ヘクタール(25Km²)である。

4. K川流域の応答特性(単位図)

K川流域の応答特性を単位図を作製することにより検討する。単位図の作製法には、いろいろあるが、ここでは、コリンズ(Collins)の方法を用いる。なお、コリンズ法は、下記的要領で求める。

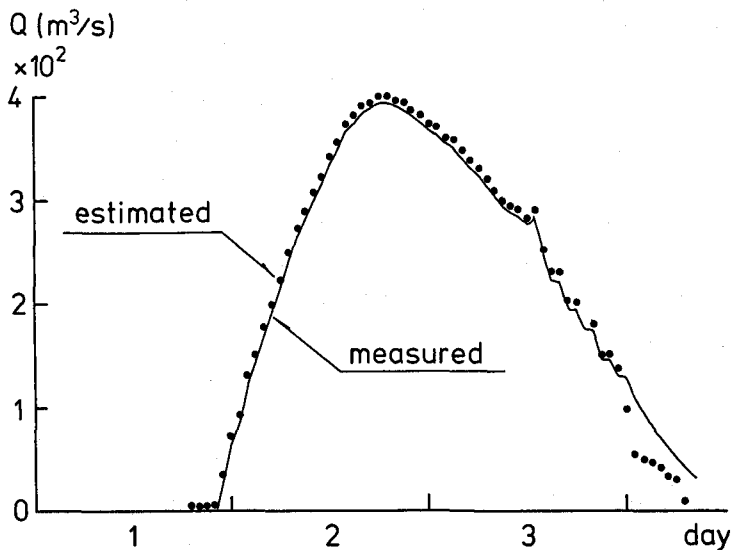


図-5 応答関数の実証

- (1) 降雨が対象流域にできるだけ一様に降り、雨量および流量記録の信頼性が高いものである。
- (2) 有効雨量と直接流出量を抽出する。
- (3) 単位降雨に対する流量配分率 $\{P_0\}$ を仮定して、これを最大降雨を除くすべての有効降雨に適用する。
- (4) 直接流出量のハイドログラフから、(3)の方法で合成したハイドログラフを差し引く。その残差は最大降雨による流出に対応するから、これを流量配分率 $\{P_0^*\}$ に換算する。
- (5) $\{P_0\}$ と $\{P_0^*\}$ との中間値 $\{P_1\}$ が一致すれば、この操作はしなくても良い) により新流量配分率 $\{P_1\}$ を作る。この新流量配分率 $\{P_1\}$ を使い、(4)以下の計算を反復し、仮定配分率と最大降雨に応ずる残余配分率とが一致するまでくり返す。

図-5に、コリンズ法で求めた応答関数(単位図)から逆に入力である降雨を用いて計算した流量と実測流量とを比較したものを示す。

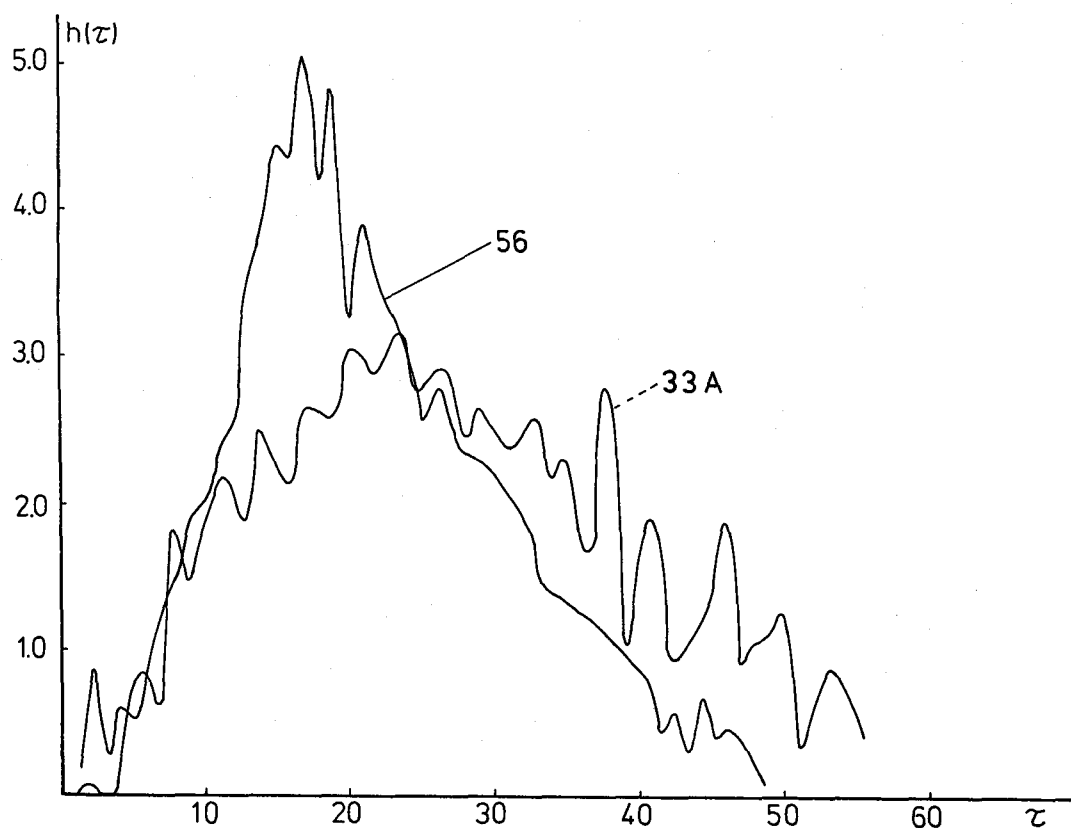


図-6 応答関数

この図から、両者は、良く一致していることがわかり、求めた応答関数は正しいことが確かめられた。

上記の方法で求めた単位図（昭和33年 7月と昭和56年度）を比較して図-6に示す。

図-6の結果から、昭和56年度の応答関数のピーク流量が、昭和33年 7月の単位図のそれに比べて高いことがわかる。また、単位図の形から判断しても単位図の形がシャープになってきている。このことは、例は少ないけれども、農地圃場整備によりピーク流出量が増加してきたと推察される。

あとがき

本報告では、主に水文資料により、K川流域の貯留特性、応答特性を調べ、この特性と農地圃場整備の関係を検討した。しかし、農地圃場整備との関係では、資料が少なく今後もう少し検討していかなければならないであろう。また、水文特性についても解析例を増やして、ピーク流出量、到達時間等を表す単位図を求めて比較検討しなければいけないと思う。しかし、本報告では、第一歩として農地圃場整備の年と整備された年との単位図、貯留量を推定することにより、農地圃場整備による流出特性を検討した。今後は、水田流出、排水路整備、降雨の損失（浸透）、流域の初期条件（初期流量）の影響、農地圃場整備と等価粗度係数等の関係をも検討していくつもりである。また、この農地圃場整備による流出特性と都市化によるそれと比較し、流出形態の差を物理的に明らかにしていきたいと考えている。

参 考 文 献

- (1) 圃場流出モデル, 第38回建設省技術研究会, pp. 23~28, 昭和59年11月.
- (2) D. Johnstone and W. P. Cross: Element of Applied Hydorology, The Ronald Press Co., p. 143.
- (3) 岩井重久・石黒正儀: 応用水文統計学, 森北出版, 1970.
- (4) 椿東一郎・荒木正夫: 水理学演習(下), 森北出版, 1962.