

II-58 土地利用の転換による流出形態の変化

京都大学工学部 正員 高橋琢磨
京都大学大学院 学生員 池淵周一
愛知県庁 正員 ○柴田正治

1. はじめに 近年の産業・経済の高度的発展、人口の都市集中にともない、河川環境は都市化されつつある。本研究はとくに、都市化現象を土地利用形態が生産緑地としての田畠から、造成土地さらには宅地へと転換されていく過程としてとらえ、その転換にともなう流出形態の変化を特性曲線法による流出解析から算定したものである。

2. 特性曲線法による流出解析 一般断面水路において、時間的に変動する横からの流入量がある場合、流れが等流に近く、さらに流れが Manning の抵抗法則に従うと仮定すると、運動方程式と連続式から、特性曲線式

$$X = \left(\frac{1}{K} K \right) \int_{\tau}^t ds \left[\int_{\tau}^s g(z) dz \right]^{1-p} + z \quad (1)$$

の上で、

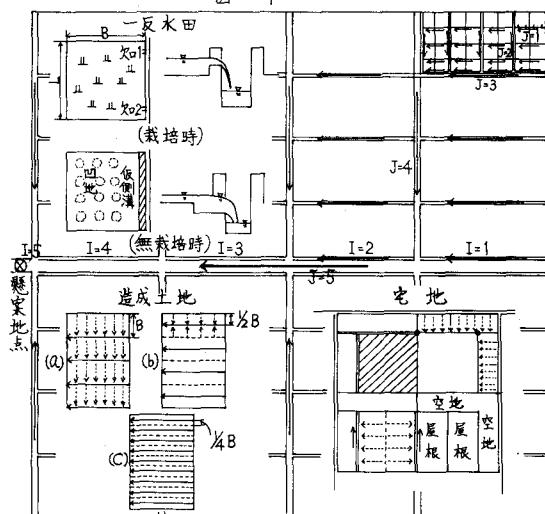
$$Q = \left[\int_{\tau}^t g(t) dt \right]^{1/p} K + Q(z, \tau)^p \quad (2)$$

が成立することが導かれる。ここに、 Q は流量、 $g(t)$ は流路単位長あたりの横からの流入量、 z は距離、 t は時間であり、 K 、 p は流路の粗度係数、勾配 $\sin \theta$ 、および径深 R と流水断面積 A との関係 $R = K_1 A^2$ から定まる定数 K_1 、又から、 $K = \{n(\sin \theta)\}^{1/2} / K_1^{1/3}$ 、 $p = 3/(2z+3)$ で与えられるものである。なお、 $Q(z, \tau)$ は特性曲線の出発する場所的、時間的位置 z, τ における流量を表している。以上の関係式において、 $g(t)$ を有効降雨強度 $Y(t)$ 、初期および境界流量 $Q(z, \tau)$ を 0 とすると、そのまま斜面上の流れを追跡することができる。¹⁾

3. 単位土地利用区と捕集排水路網 土地利用形態としては、1) 用排水兼用水田(栽培時)、2) 用排水兼用水田(無栽培時)、3) 造成土地、4) 宅地 の 4 つを考えた。図-1は単位土地利用区の形状および捕集排水路網を一括して示したものである。

用排水兼用水田は我が国に古くからある一反水田で、今後とも他に土地利用に転換されることが多い。栽培時での欠口流出ハイドログラフは、田面における連続式と欠口敷高を提高とする庄頂堰の流出式から算定され、無栽培時には、欠口の排水機能を高める仮倒溝および田面の凹地貯留量による損失を考慮して、同様を扱いにより流出ハイドログラフを求めた。また、造成土地からの流出は、斜面長 B をもつ斜面流として特性曲線法から算定され、その場合の有効降

図-1



雨強度は浸透能を差し引いたものを与える。なお、排水路の位置は水田時の位置が活用されるものとし、さきに側溝へ横流入とする斜面長はBから $\frac{1}{2}B$ 、 $\frac{1}{4}B$ の3つを考え、それに応じ排水路網が発達すると考えた。宅地としては、一戸当たりの敷地 $A \text{ km}^2$ の中に建ぺい率60%の建築面積をもつ住宅を考え、屋根からの排水はトイを排水路とする横流入とし、トイからの敷地内排水路への合流はもつとも排水効率のよい地点で合流せしめ、敷地内の空地からの排水は排水路に対する横流入として算定した。

以上のようにして単位土地利用区からの流出が算定されると、(I,J) 捕集排水路の下流端流出量は与えられた初期流量のとともに、(N,J-1) 水路の下流端流出量と(I-1,J) 水路の下流端流出量との合計値を境界流量として、(1), (2)式から算出することができる。ここに、NはJ-1位排水路の水路区間数である。

4. 懸案地点の流出ハイドログラフ いま、(I,J)水路の下流端流出量を順に追跡していくと、懸案地点の流出量すなはち(5,5)水路の下流端流出量が算定できる。本文では、1kmx1kmの広さを有するモデル集水域に、モデル降雨として平均降雨強度50mm/h、降雨継続時間1時間の雨を降らせた。なお、計算に用いた基本量、定数は一括りで表-1に示す。図-2は表-1の値を用いて2.で述べた方法により懸案地点の流出ハイドログラフを求めたものである。用排水兼用木田(栽培時)においてはJ=1の排水路に0.0045%/hの初期流量を与えたが、もとよりピーク流量が低く、また成水が非常にゆるやかである。用排水兼用木田から造成土地あるいは宅地へと土地利用が転換されるにつれ、ピーク流量は増大し、かつピーク到達時間は短かくなっている。さきに、排水路間隔が造成時と同じであれば、宅地化されてもハイドログラフの形態の全体的变化は小さいが、排水路が発達すること自体は懸案地点のピーク流量に大きく影響し、その到達時間への影響は小さいことがわかる。

5. 開発割合および開発位置による流出形態の変化

上記の流出ハイドログラフは用排水兼用木田が全面積にわたって造成土地さらには宅地へと転換された全面開発のものであり、いわば流域の土地利用形態の最終段階のものである。しかし、実際には開発は時間の関数であるので、部分開発による懸案地点流出ハイドログラフを算定し、開発の時間効果が流出形態にどのように影響を及ぼすかを考察する必要がある。いま、部分開発として開発割合とその開発位置により、表-2の8 CASEを参考だ。計算結果によれば、開発割合の増大とともに、ピーク流量は増大し、懸案地点に近い部分の開発はピーク到達時間を短かくしている。なお、詳細は譜渡時に述べる。

6. あとがき 本文は表-1の予定数のとての算出結果であるが、今後は、対象規模をさらに大きくして実際流域への適用をはがけていただきたい。

参考文献 1) 石原、高橋; 単位面法とその適用に関する基礎的研究, 土木学会論文集, 第60号, p.34.3

表-1

水田	n	1/dm ²	B(m)	L(m)	初期流量		P(h)	R(h)
					(1)	(2)		
一反水田	0.06	1/600	31.0	31.0	0.20	0.05	0.035	1/300 31.50
							(3)	0.035 1/300 31.50
							(4)	0.035 1/300 31.50
							(5)	0.035 1/300 31.50
							(6)	0.035 1/300 31.50
宅地	0.05	1	2.0	31.0	1.000	0.720	0.215	
	0.15	1	2.0	31.0	2.507	1.720	0.425	
	0.20	2	0.900	2.140	2.623	0.193		
	0.100	3	1	1.000	0.300	0.300	0.15	

水路区間長L	(単位:m)				
	1	2	3	4	5
1	2.0 (62.0)	31.0	62.0	124.0	247.0
2	27.0 (-)	31.0	52.0	124.0	247.0
3	4.0 (-)	31.0	14.0	24.0	48.0
4	2.70 (-)	31.0	1.0	2.0	4.0
5	0.1 (-)	0.1	0.1	0.1	0.1

開発割合	n	初期流量		P(h)	R(h)
		用排水兼用木田(栽培時)	(未開発時)		
1	0.05	1/600	31.00	0.30	0.025
2	0.15	1/600	2.507	0.52	0.045
3	0.20	2	0.900	1.00	0.0720
4	0.30	2	0.300	2.00	0.2851
5	0.25	3	0.200	5.00	0.125
6	0.05	3	0.050	0.050	0.0000
7	0.20	3	0.200	0.0447	0.0000
8	0.30	3	0.300	1.50	0.3352
9	0.25	4	0.200	3.00	0.1442
10	0.05	4	0.050	5.00	0.1241
11	0.20	4	0.200	0.0000	0.0000
12	0.25	5	0.200	0.0000	0.0000

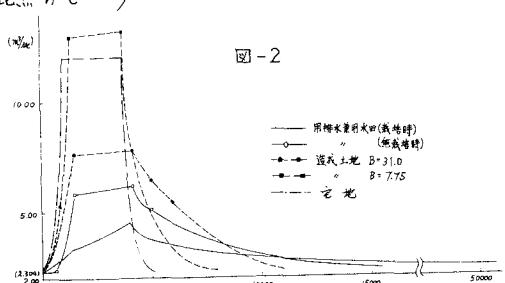


図-2

表-2

開発割合	開発位置		一反水田	造成土地
	I	II		
CASE 1	25 (%)	I, II, IV	I	
2	25	I, II, III	II	
3	50	III, IV	I, II	
4	50	II, III	I, III	
5	50	II, III	I, IV	
6	75	IV	I, II, III	
7	75	II	I, II, IV	
8	100	II, III, IV	I, II, III, IV	