

— 荒川水系大洞川, 利根川水系渡良瀬川源流を対象として —

東京大学農学部 ○芝野 博文 山口 伊佐夫

1 緒言

下流部での水需要に答える一方法として水源林の整備が各地で提唱されている。一方、森林の水源涵養機能を検証する森林理水試験は古くから行われ、多くの成果が得られてはいるものの、専ら小流域試験が多く、地形・地質等の流出への影響に対する解明が不足していた。一般に水需給の対象となる流域面積は50～300 km²のものが多く、ハイドログラフには地形・地質の影響がかなり大きく関与しているように思われる。このような状況下で森林の水文的機能をどのように位置づけていくかは早急な解明を要する課題としてその重要性を増していくと思われる。

本報告では、2度の山火事により流域の森林の1/5が失われるという経緯のあった荒川水系大洞川の1961～1982年の22年間の流量資料を用いて森林の理水機能の変化を追跡し、また、流域内に大面積の荒地地をもつ利根川水系渡良瀬川の流量資料について解析を加え、両流域の流出特性を比較しつつ林相の差による流出への影響に若干の考察を行おうとするものである。

2 流域の概況

図1に大洞川の流域を図示した。流入量・雨量の観測点は市の沢測水所である。山火事は1964年11月と1969年5月に発

生し、それぞれ350haと427haを消失した。また、渡良瀬川の資料は草木ダムで観測された流入量を採用した。雨量については、草木・餅ヶ瀬・銀山平・久蔵・細尾・地蔵の6地点の平均雨量を用いた。

大洞川の流域の概況は、流域面積が42.9 km²、エロネーション比が0.817、起伏量比が15.3%、地質はすべて秩父古生層となっている。一方、渡良瀬川流域では、流域面積が254.0 km²、エロネーション比が0.714、起伏量比が4.6%、地質は石英斑岩、花崗斑岩、花崗閃緑岩、流紋岩、溶岩、古

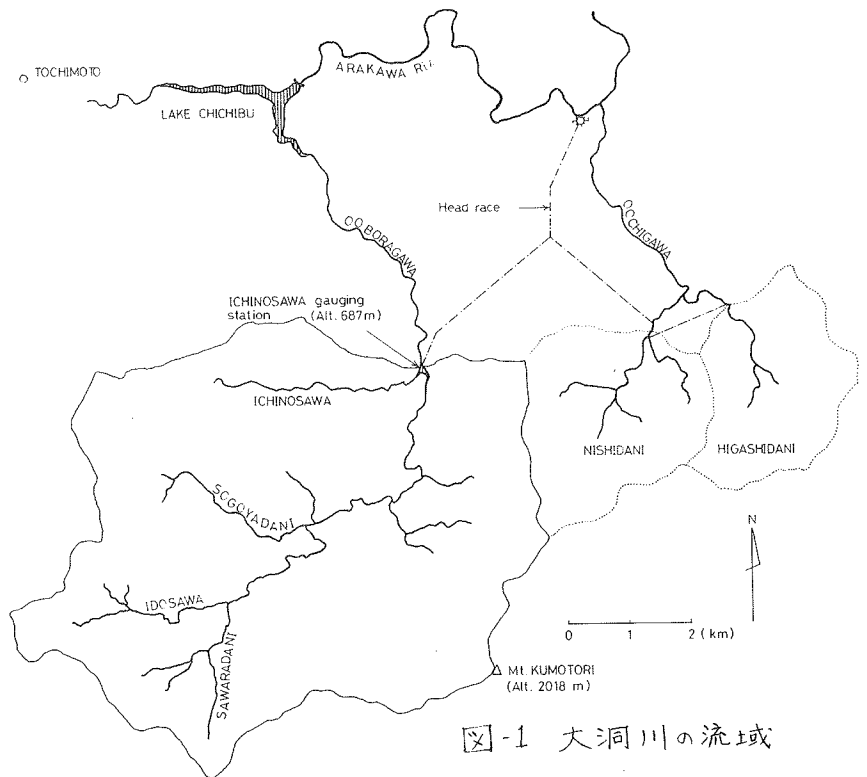
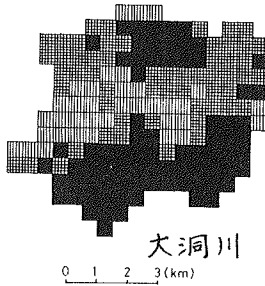


図-1 大洞川の流域

生層，変成岩である。

両流域の林相は図-2
に示すとおりである。

両流域とも最近の林相
を航空写真から読みと
ったものである。



3 解析の方法

3-1 月流量解析 図-2 両流域の林相

目的変数である月の
月平均日流量 F_i とし、
説明変数をその月の月
平均日雨量 P_i ，前月の
それ P_{i-1} ，前々月のそれ
 P_{i-2} ，さらにその前月の P_{i-3} ，の4変数として
次の回帰式を考える。

$$F_i = C + a_1 P_i + a_2 P_{i-1} + a_3 P_{i-2} + a_4 P_{i-3}$$

そこで，山火事前の3年間（1961～1963
年），山火事後の3年間（1970～1972年），
最近の3年間（1980～1982年）と渡良瀬
川の最近3年間（1980～1982年）の各々
（サンプル数33個）に対して上式の各係
数を求めた。 a_1, a_2, a_3, a_4 の大小によ
り流域のもつ貯留能を山火事の前後，ある
いは2流域間で比較した。

3-2 日流量解析

直列貯留型4段タンクモデルを，大洞川
流域の山火事前（A-type，1961年），山
火事後（B-type，1970年），最近（C-
type，1982年）と渡良瀬川流域の最近（
K-type，1982年）の各々の実測流量に最
もよく適合するように各パラメータを試行
錯誤により求めた。ただし，A，B，Cの
各タイプについては，3段目・4段目のパ
ラメータは共通とした。

そして，同じ降雨データ（渇水年の1964
年と多雨年の1982年）を与えて，計算ハ

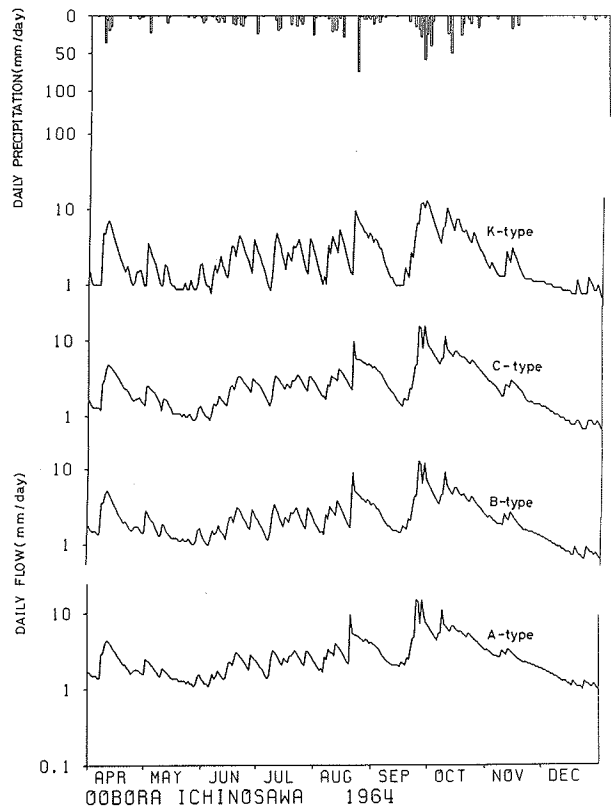
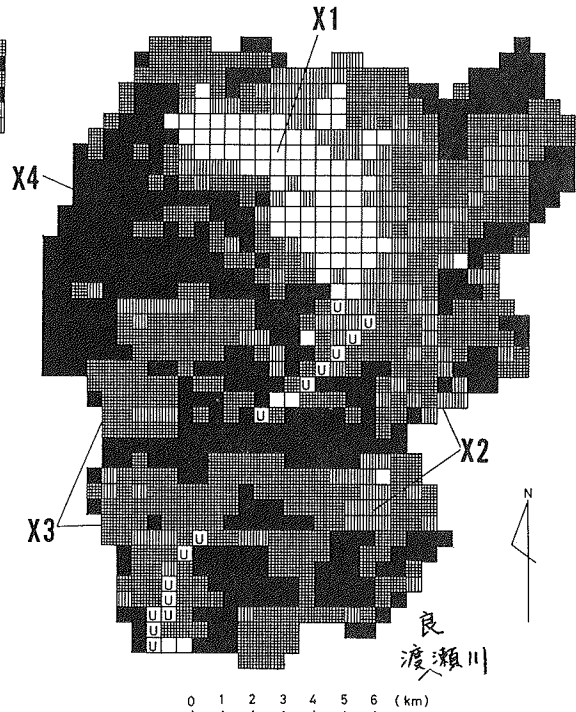


図-3a 各標準タイプ毎の計算ハイドログラフの比較（渇水年）

イドログラフがどう違ってくるかを比較する方法をとった。

3-3 高水時ハイドログラフの解析

山口(4)による流域管理計画のための高水流出モデルを両流域からの2,3の出水例にあてはめることを試みた。まず、予め地質図、地形図、航空写真から判定した流域の情報によりユニットハイドログラフと有効降雨レートを決定し、ほとんどキャリブレーションなしにハイドログラフを再現する。計算ハイドログラフと実測ハイドログラフが一致していればモデルの妥当性が確認されたとして、流域の地質水文指標WGIと森林水文指標WFIによって流域の水文特性を位置づける方法をとった。(このモデルを以下、Y-モデルと呼ぶ)

4 結果と考察

3-1の方法にのっとり次の回帰式が得られた。

$$F_i = 0.087 + 0.465 P_i + 0.225 P_{i-1} + 0.033 P_{i-2} + 0.006 P_{i-3} \quad \text{--- ① [大洞川・山火事前]}$$

$$F_i = 0.333 + 0.480 P_i + 0.176 P_{i-1} + 0.117 P_{i-2} - 0.078 P_{i-3} \quad \text{--- ② [大洞川・山火事後]}$$

$$F_i = 0.084 + 0.690 P_i + 0.073 P_{i-1} + 0.052 P_{i-2} \quad \text{--- ③ [大洞川・最近]}$$

$$F_i = -0.062 + 0.710 P_i + 0.202 P_{i-1} - 0.040 P_{i-2} + 0.028 P_{i-3} \quad \text{--- ④ [渡良瀬川・最近]}$$

当月の雨量 P_i に掛かるウェイトを見ていくと①, ②, ③式の順に増加しているのが認められるし、前月の雨量 P_{i-1} のそれは逆に減少している。即ち、山火事により流域の水貯留効果は減少し、最近になってその傾向が強まっているといえる。大洞川の最近の傾向(③式)と渡良瀬川のそれ(④式)と比較すると、 P_i に掛かるウェイトが渡良瀬川でさらに大きくなっており当該流域の水貯留機能が少ないことがうなづける。

3-2の方法から計算ハイドログラフを再現してみたものが図3a, 3bである。図でみるかぎり大洞川での年別の差違はほとんどないようにみえるが、流域間の比較(K-typeと他の3型)では渡良瀬川の方が大洞川よりも高水流量が大きく低水渇水時流量は少ないし小降雨にも鋭く反応している。さら

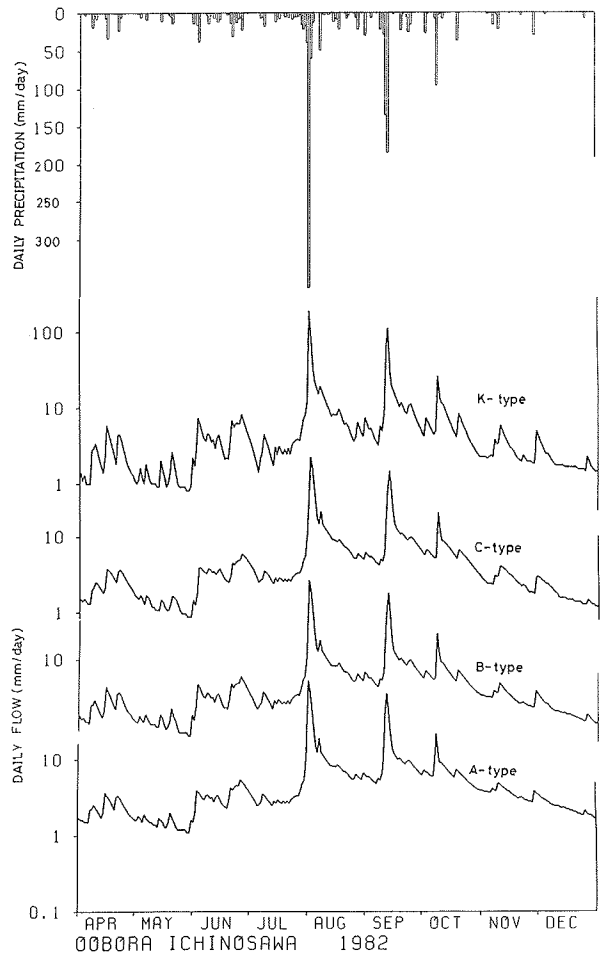


図-3b 各標準タイプ毎の計算ハイドログラフの比較(多雨年)

表-1 各標準タイプ毎の計算日流量の統計値

Year		A-type	B-type	C-type	K-type
1964	σ	2.07395	2.18723	2.33874	2.54273
	$\bar{\sigma}$	2.92744	2.96095	2.94306	2.92963
	$\sigma/\bar{\sigma}$	0.70845	0.73869	0.79466	0.86794
1982	σ	10.59230	10.92840	11.00681	14.37575
	$\bar{\sigma}$	5.98230	6.02974	6.01949	5.99030
	$\sigma/\bar{\sigma}$	1.77061	1.81242	1.82853	2.39983

に、この計算値に統計的処理をして各タイプ別の比較をしたものが表1である。渇水年、多雨年を通じて、標準偏差 σ ・変動係数 $\sigma/\bar{x}$ ともA-typeよりB-typeが、B-typeよりC-typeが、そしてC-typeよりはるかにK-typeが大きい。 σ 、 $\sigma/\bar{x}$ が流域の、流出に対する調節効果を表現すると考えることができるならば、次のような考察が可能になる。山火事によって森林が失われたことにより調節効果が減少し、さらに最近はその減少傾向が進んでいる。また、大洞川流域に較べて渡良瀬川流域は調節効果が小さいのであるが、流域面積起伏量比、エロシオン比

の地形条件の比較からいうとこの結果は逆でなければならない。よってその原因を地質条件と林相の相違の2者に絞ることができる。

3-3の方法では、図4のとおり、渡良瀬川では計算値が実測値をよく再現しているものの、大洞川では計算値が大きめに出了。両流域の地質水文指標WGI、森林水文指標WFIをみると渡良瀬川の方が(WFI=4.22)が大洞川(WFI=3.49)より林相が悪く、地質指標に大差はない(大洞川:WGI=6.00, 渡良瀬川:WGI=5.92)。大洞川での適合度をよくするために古生層に対する仮評点を3とし、WGI=3.00とすれば解決するが、渡良瀬川の流出に対する調節効果が小さい点は単に劣った林相にだけ帰因するのではなく地質の効果も大きいことを示唆している。

5 結び

月流量解析、日流量解析、出水ハイドログラフの解析を通じて山火事の影響、流域間の比較も行いつつ流出の特性を明確にし、林相の違いによる理水機能の相違を明らかにした。山火事により流域のもつ貯留能は減少し、^{一方}渡良瀬川と大洞川の比較から^は前者は流出に対する調節効果が小さい点を確認しYモデルにより地質・林相による条件が効いているという判断を行った。

6 文献

(1)山口伊佐夫：流域管理計画のたて方。 水利科学，東京，1981

