

日本島山地河川における
季節別渇水比流量の経年変化と
その規定要因
—特に降水特性に着目して—

お茶の水女子大学大学院

東京大学

お茶の水女子大学

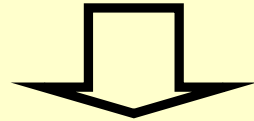
杉原晴佳

安形康

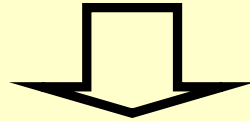
大瀧雅寛

はじめに(1)

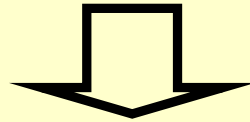
「緑のダム」:近年, 社会的関心



渇水流量: 森林流域の保水力の
有力な指標として期待



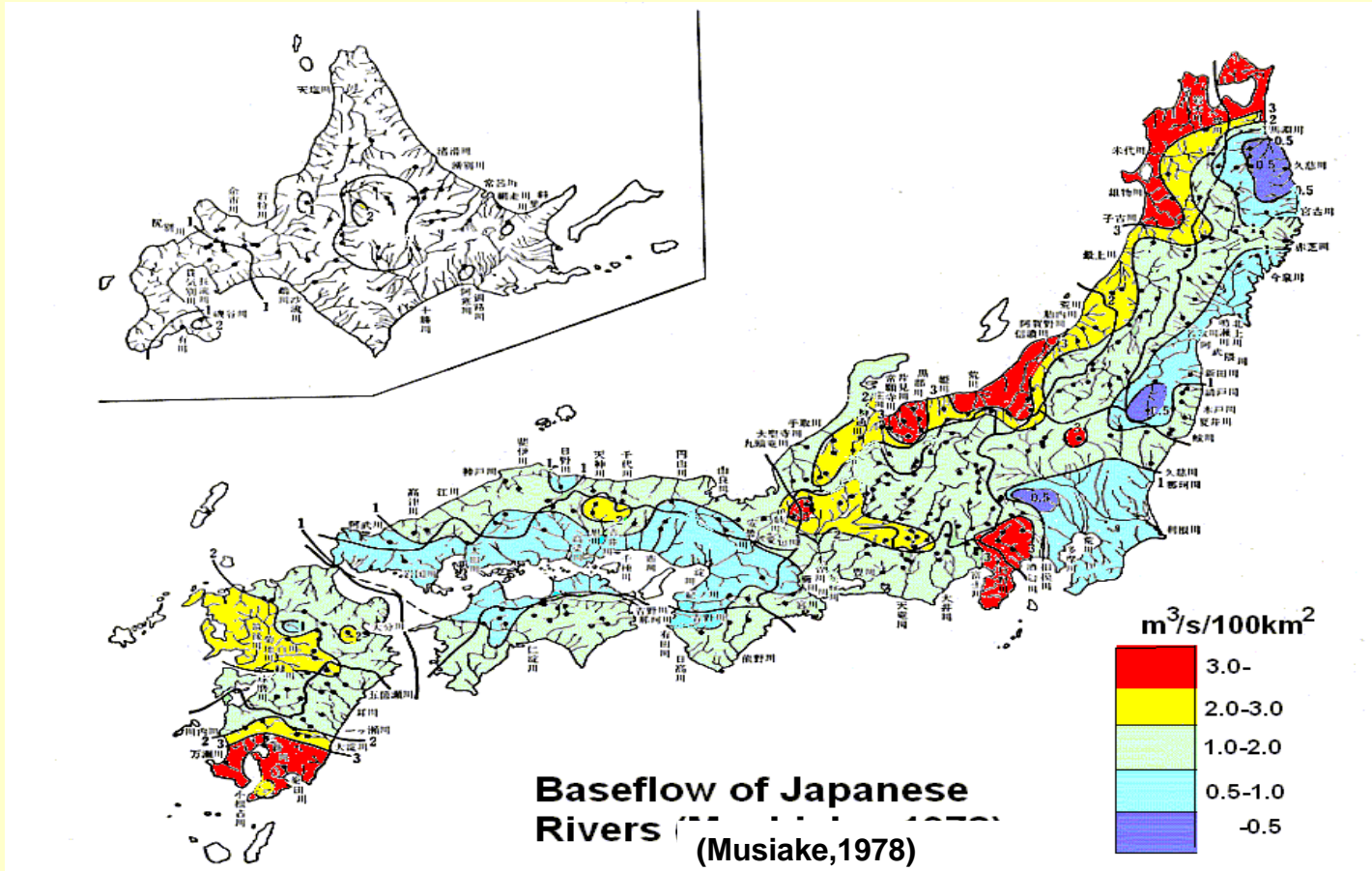
本当に有効な指標か？



渇水流量の年々変動の実際は？

はじめに(2): 渇水流量分布図

渇水流量: 1年間における日平均流量を大きい順に並べたとき, 355番目にあたる流量



渇水流量は流域固有の定数とみなされていた(虫明, 1983)
⇒地理的分布, 規定要因

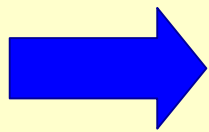
はじめに(3) : 渇水流量のトレンドに 関する研究

- 太田ら(1997)・・・

- 東大愛知演習林小流域, 約60年間の流量記録
- 森林の成長と同時期に, 渇水流量が減少

- 蔵治・芝野(2002・2003)・・・

- 同じ流域で違う結論
- 毎年の渇水時流量を冬季および夏季にわけて算定
- それらは直前の季節の降水特性に強く規定される



降水特性の年々変動が渇水時流量の
長期変動を規定していることを見出した。

一般の大流域でも, 渇水時流量を規定するのは,
直前の降水量なのか??

目的

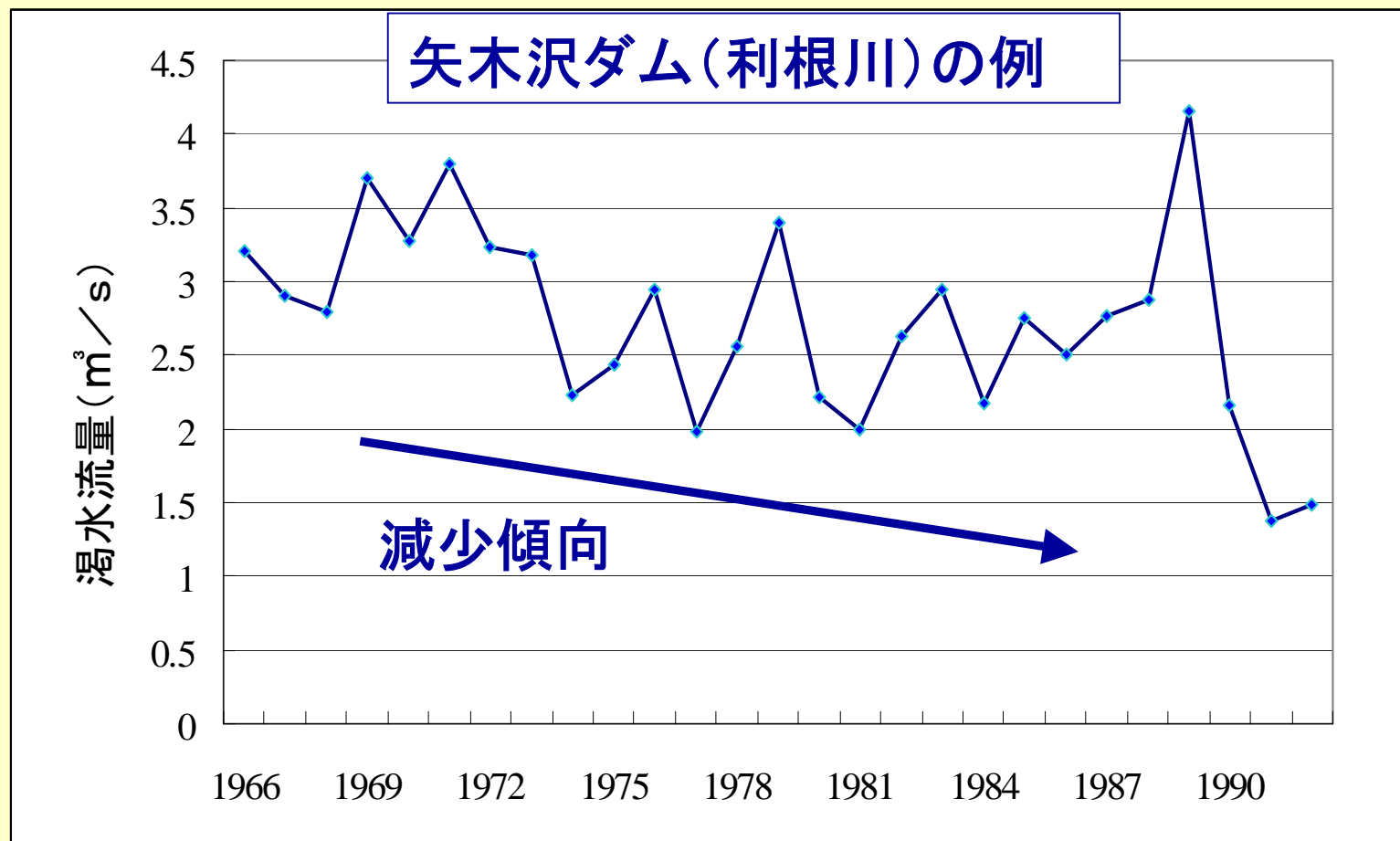
- 日本島山地流域では、渇水流量がどのような年々変動を示すのか？
- その変動は、渇水の起こる季節によってどう変わるか？
- 100km²オーダーの流域でも蔵治・芝野(2002・2003)の手法が適用できるのか？

対象流域および使用したデータ

- 多目的ダム管理年報に記載されている
全国8箇所のダム流域
- 流域面積: 100~805km²
- データ期間: 22~34年間
(いずれも1992年まで)
- 日平均値を使用
- 年値の年界: 暦年

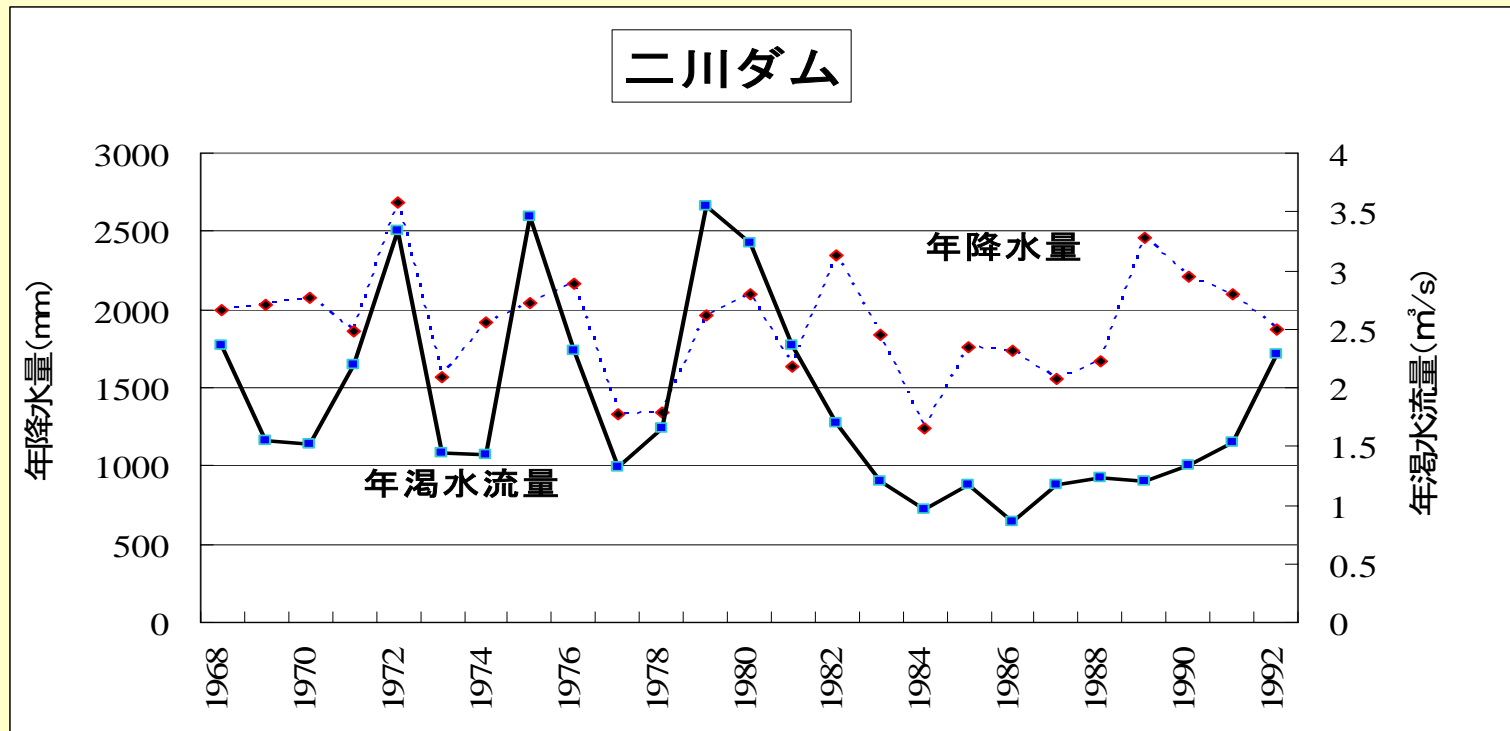


結果1: 年渇水流量の経年変動



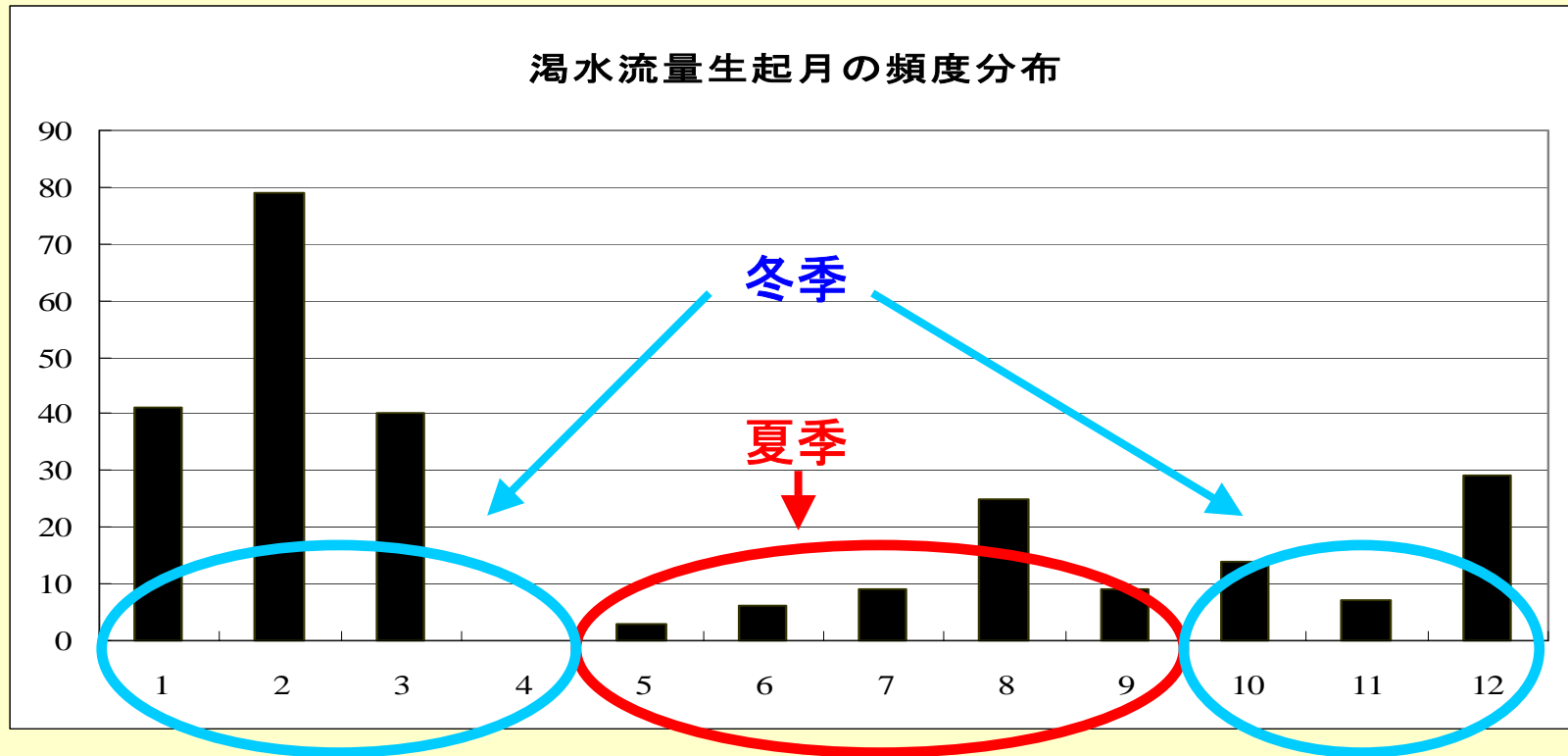
ケンドールの順位相関: 8ダム中6ダムで減少傾向
／うち3ダムで5%有意

結果2: 当年および前年の 降水特性との関係



年降水特性との相関が見出せないものが大半
やはり蔵治・芝野(2002・2003)のように、直前数ヶ月間の
降水特性との関係を調べてみる必要がある

結果3: 渇水流量生起月の頻度分布

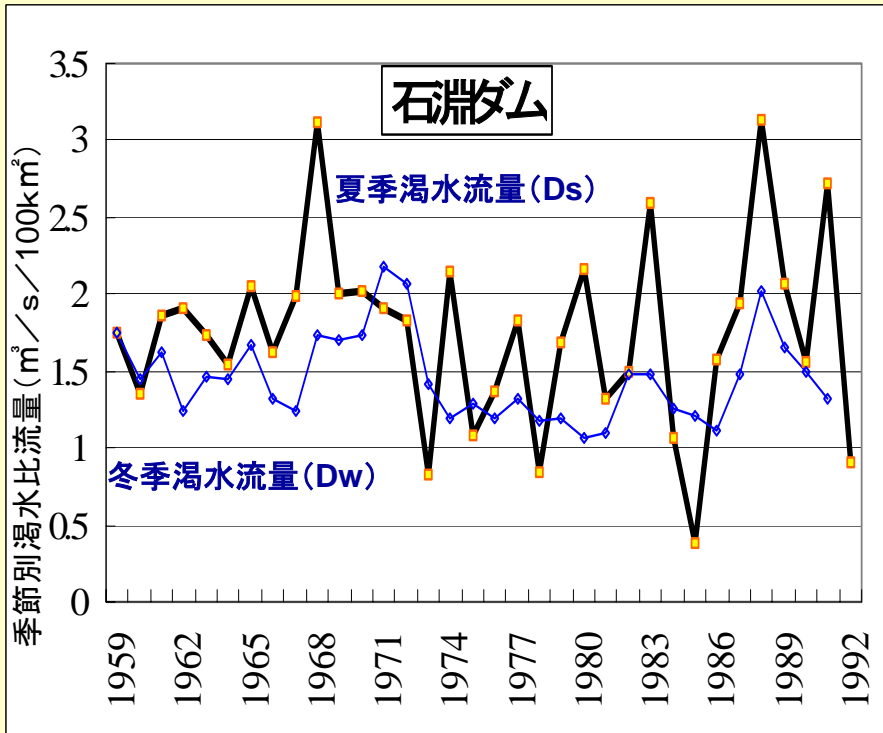


蔵治・芝野(2002)と同様に夏季(5月~9月), 冬季(10月~4月)に分けた
夏季渇水流量(D_s): 夏季流量のうち5番目に少ない流量
冬季渇水流量(D_w): 冬季流量のうち5番目に少ない流量

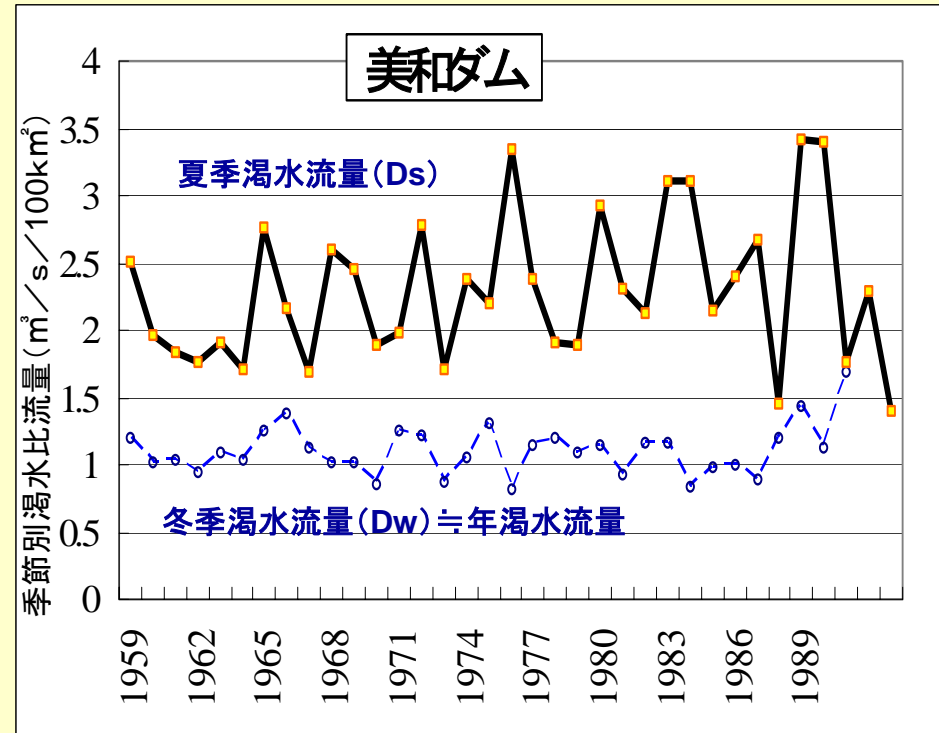
結果4: 湧水流量生起季節の タイプ分類

生起季節の タイプ	ダム名	DsとDwの大小関係
冬A型	矢木沢・永瀬・美和	常にDs > Dw (いつも冬)
冬B型	二川・素波里	通常Ds > Dw , 数年に1度だけ, Ds < Dw (おもに冬)
夏B型	桂沢	通常Ds < Dw, 数年に1度だけ, Ds > Dw (おもに夏)
WS型	鶴田	前半はDs < Dw , 後半は逆 (トレンドが逆)
夏冬交代型	石淵	一定しない

夏冬交代型の例



冬A型の例



DsとDwはそれぞれ独自の変動をする。

これらは、直前の降水特性に影響されているのか？

⇒蔵治・芝野(2002・2003)の手法による検討

結果4: 蔵治らのN方式・M方式の説明

N方式

$$R_1(N) = \sum_{i=k-N-1}^{k-1} Ri / N$$

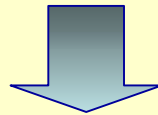
$N=1,2,\dots,100$

$R_1(N)$: 渇水流量生起日の前日から
N日前までの平均日降水量

M方式

$$R_2(M) = \sum_{i=M}^{k-1} Ri / K - 1 - M$$

$R_2(M)$: 特定の日付(M日)から
渇水流量生起日の前日までの
平均日降水量



$R_1(N)$ とDsの年々変動の相関が最大となるNを選択

$R_1(N)$ とDw

$R_2(M)$ とDs

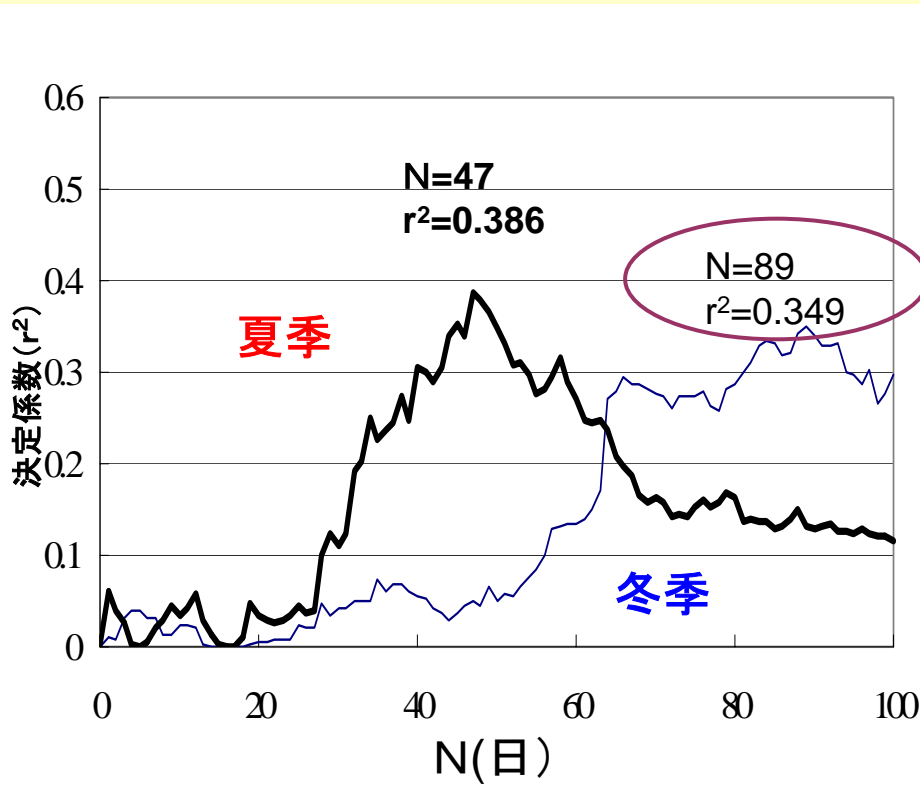
$R_2(M)$ とDw

の場合も同様. もっとも成績のよい
MないしNを各流域各季節で選ぶ

M,Nを変えたときの決定係数の変化

美和ダム

採用！！

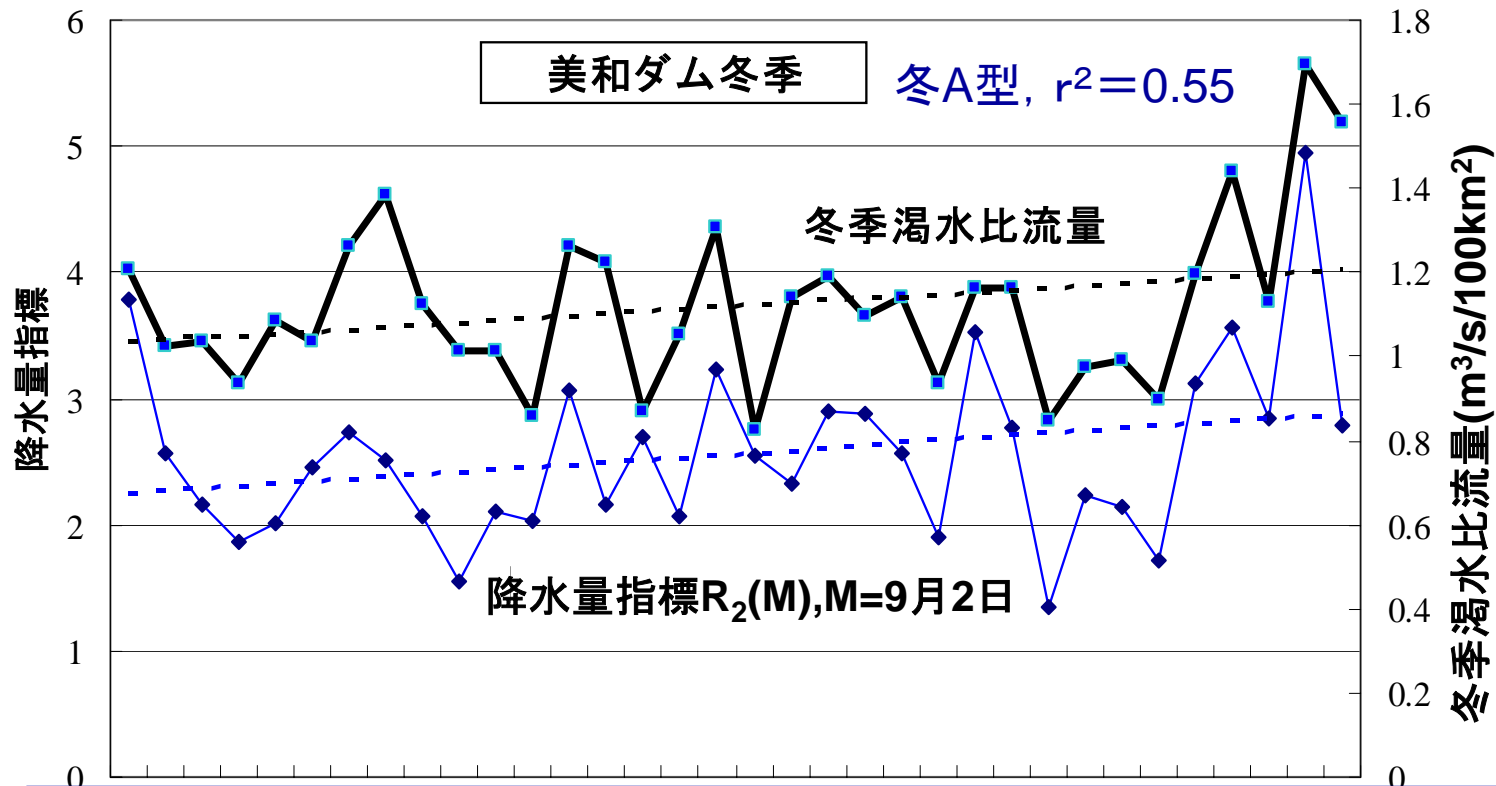


N方式における $R_1(N)$ と
Ds/Dwとの決定係数 r^2 の変化



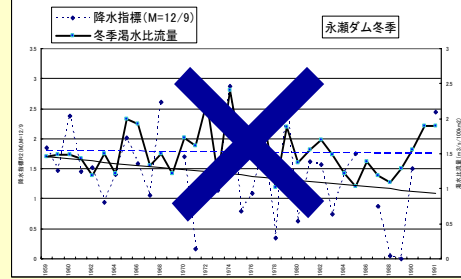
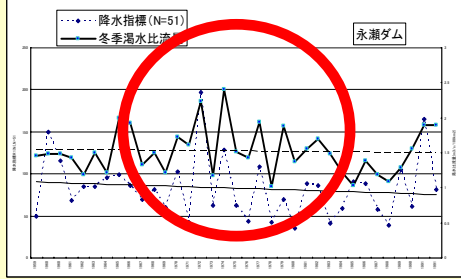
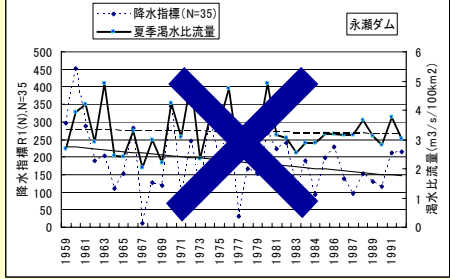
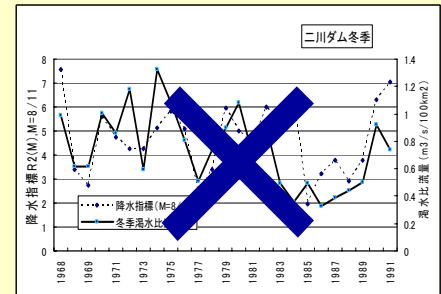
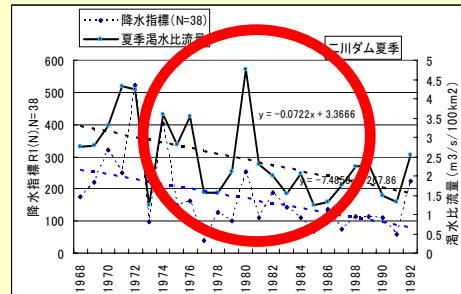
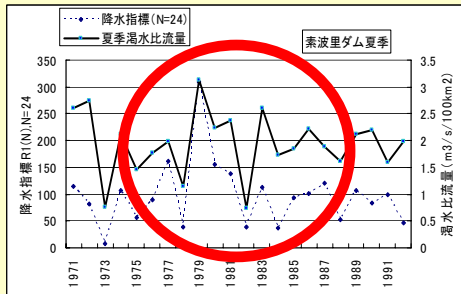
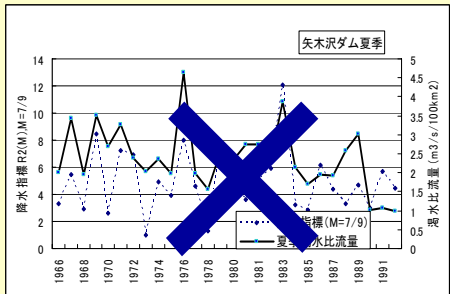
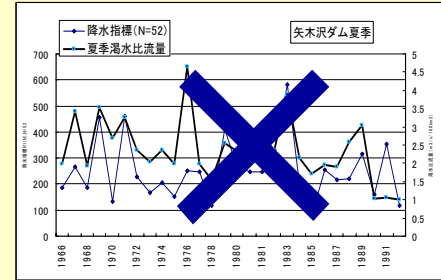
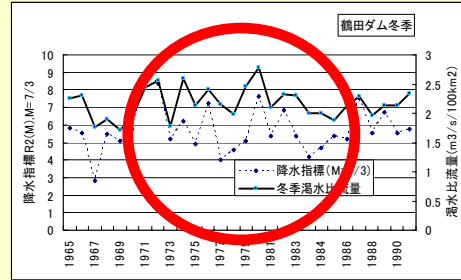
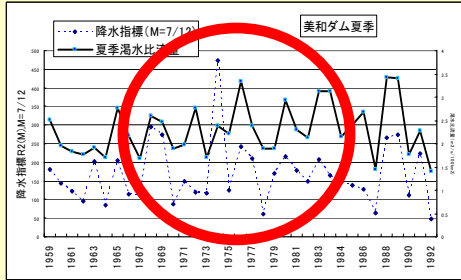
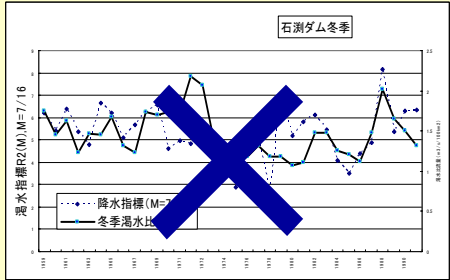
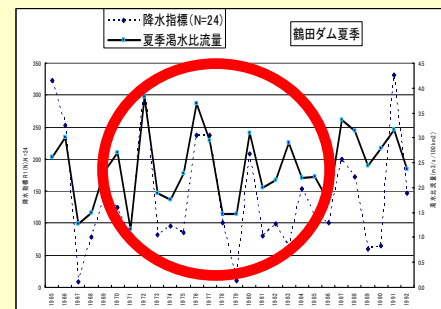
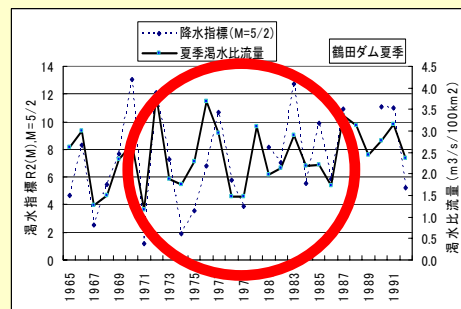
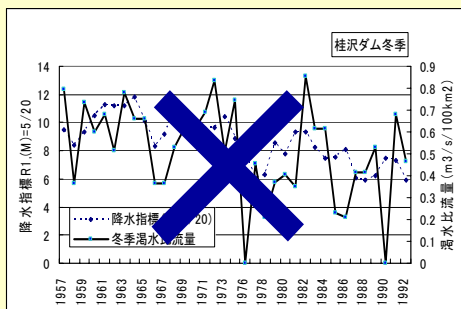
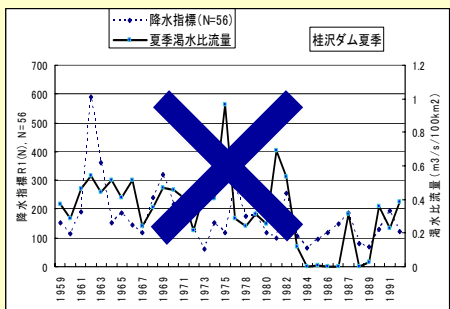
M方式における $R_2(M)$ と
Dwとの決定係数 r^2 の変化

結果5: 降水量指標と渇水流量の 経年変化の例



降水量指標が季節別渇水流量を決める例
→一般的な傾向か？

結果6:すべての流域について



結果7: 蔵治らの方式の適合性

ダム名	季節別渇水流量が 起こる季節	夏季渇水流量(Ds) への適合性	冬季渇水流量(Dw) への適合性	年渇水流量 への適合性
桂沢	夏B型	×	×	×
素波里	冬B型	○(N=24)	×	△
石淵	夏冬交代型	×	×	×
矢木沢	冬A型	×	×	×
美和	冬A型	○(N=47・M=7/9)	○(N=89・M=9/2)	○
二川	冬B型	○(N=38)	×	△
永瀬	冬A型	×	○(N=51)	○
鶴田	SW型	○(N=24・M=5/2)	○(M=7/3)	○

※水色のセル: 年渇水流量への適合性判別に使用

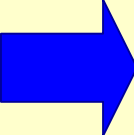
蔵治らの手法が、適用できるダムは8ダム中5ダム(特に降雪の少ない流域)

まとめ

- 1960-80年代：年渇水流量は**減少**傾向の流域が多い
 - 年降水特性の変動とは対応しない
- **冬季**の渇水 (D_w) と **夏季**の渇水 (D_s) :
それぞれ独自の経年変化,
その**組み合わせ**で年渇水流量の
長期変動が決まる

まとめ(2)

- Dw, Dsはそれぞれ直前数ヶ月間の降水量と相関する例が多い
 - 蔵治らの方式: 100km²オーダーの流域でも一部適用可能
(特に降雪の影響のない場合)
 - →月スケールの降水特性の年々変動が
渇水流量の年々変動を決める場合がある



大流域でも、渇水時流量の長期変動を用いて流域の環境変化を検討する際、気候の長期変動の影響の大きさを正しく評価することが必要