

中国淮河と我が国の流出試験地の年水収支の比較

Comparison of Yearly Water Balance between Huai He River in
China and Experimental Basins in Japan

岸井徳雄*・葛葉泰久**・曹 述互***

by Tokuo KISHII, Yasuhisa KUZUHA and Shuhu CAO

Japan and China are located in the Asian monsoon region and received its effects. But the hydrological characteristics of the region are not studied enough. The Huai He river in China have determined as the representative basin of GAME-T project, sub project of GEWEX.

This paper shows the difference of yearly water balance between the Huai He river and our experimental basins, that is Urajiro river and Tsukuba experimental basins etc.

Keywords:Huai He river, GAME-T, Water balance, Experimental basins

1. はじめに

我が国と中国は、アジアモンスーン地帯に位置し、その影響を大きく受ける。しかしながら水文特性に関する研究は、十分とは、言えずその解明が必要とされている。そこで我が国の水収支特性との違いを明らかにするための第一歩として、淮河と当研究所の試験地である浦白川流出試験地及び筑波研究学園流出試験地々の観測結果を利用して年水収支を比較する。また、ここで対象とする中国の淮河は、GAME-Tの試験流域である。

流域に降雨があった時、どのように流出が生じるかを予測することは、水文学上、あるいは実用上として、洪水、渇水対策上重要な課題である。このような課題の解明には当該流域での詳細な水文観測資料の解析に依り、降雨－流出の関係特に水収支を明らかにする必要がある。さらに、この関係は流域条件により異なると考えられるので、複数の流域での比較が必要である。

当研究所では、中国水利部遙感技術応用中心と淮河を対象として共同研究を進めており、また流域条件の

* 正会員 防災科学技術研究所 気圏・水圏地球科学技術研究部 気候変動影響評価研究室長
(〒305 茨城県つくば市天王台3-1)

** 正会員 工博 防災科学技術研究所 気圏・水圏地球科学技術研究部 水循環研究室 研究員
(〒305 茨城県つくば市天王台3-1)

*** 中国水利部遙感技術応用中心 所長
(〒2905 Baiguang Road, Beijing, China)

異なる浦白川流出試験地及び筑波研究学園流出試験地を管理し、詳細な水文観測資料の蓄積を進めてきた。今まで、この資料を用いて、それぞれの試験地における洪水時の降雨流出の関係について報告がなされてきた^{1) 2) 3) 4) 5)}。

本論文では、それぞれの試験地での水収支の結果を相互比較して、流域条件等との関連について考察する。

各試験地の流域条件については、水収支に関連の深い事項について簡潔に記す。本報告で対象とする流域は、中国の淮河、わが国の当研究所の管理する千葉県養老川支川の浦白川流出試験地（月崎流域および柿の木台流域）および茨城県つくば市の筑波研究学園流出試験地（上の室橋流域および八千代橋流域）である。観測所の位置等については図-1～図-3に示す。

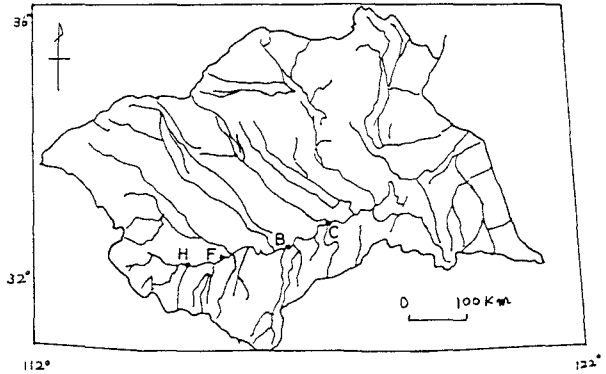


図-1 淮河流域と水文観測点 (C:蚌埠, B:魯台子, F:淮濱, H:息県)

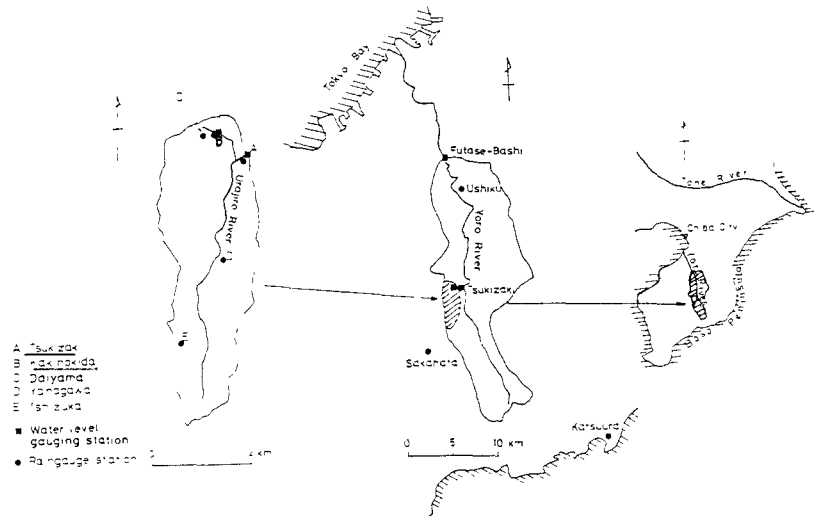


図-2 浦白流出試験地及び二橋流域の観測所配置

2. 流域条件

2.1 地形

流域面積は、淮河流域が、 $1.21 \times 10^5 \text{ km}^2$ 、柿の木台流域が 0.147 km^2 で他流域に比し、かなり小さく、その他の流域は、月崎流域で 9.04 km^2 、上の室橋流域 12.46 km^2 、八千代橋流域 14.86 km^2 であり、いずれも 10 km^2 前後である。

流路勾配は、淮河流域は、支川で1:

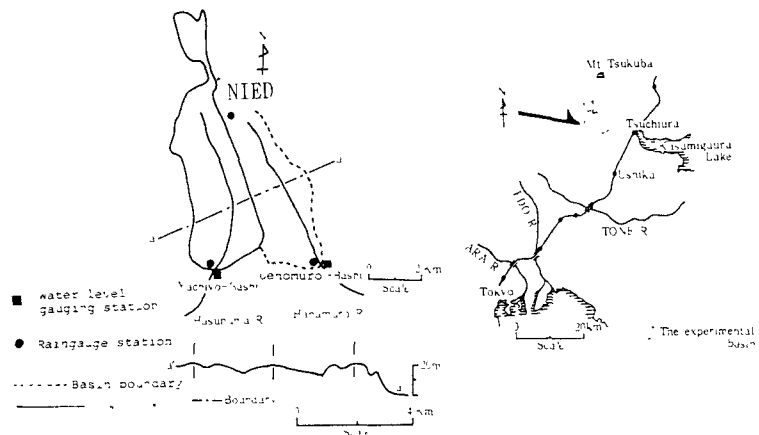


図-3 筑波研究学園流出試験地の観測所配置

3,000、本川で1:10,000である。一方柿の木台及び月崎流域の方が1/10から1/30で上の室橋の1/700及び八千代橋流域の1/500より1オーダー程度大きく、それぞれ山地河川と平地河川の特徴を示している。

2.2 土地利用

淮河流域では流域のほとんどが畑・水田として利用されており、林地は、ほとんどなく、西部および南西部の流域界付近の山地にあるのみである。

浦白川流出試験地の2流域では、林地の面積率は大きく、一方、筑波研究学園流出試験地の2流域では、小さく、人工改変の進んだ土地利用を示している。不浸透面積率は、淮河流域では数%程度で、浦白川流出試験地の2流域では、0%程度であり、筑波研究学園流出試験地では20%前後の値で、上の室橋流域の方が八千代橋流域より大きい。

ここで、不浸透面積とは、道路、建物、池及び川等の面積和である。

2.3 水文観測方法

降水量は、径200mmの円筒形の転倒マス型雨量計で観測されたものである。流量は、柿の木台においては、量水堰の越流深から堰の越流公式を用いて求めた。その他の流域は、低水時・高水時の流量観測から求めた。

2.4 面積雨量

淮河流域では計9箇所の雨量観測所があり、それぞれの流量観測所の上流域にある雨量観測所の雨量の算術平均を面積雨量とした。浦白川流出試験地には、計5箇所の雨量観測地点がある（前掲図-2）。そこで最下流端の月崎流域の面積雨量は、これら5箇所の降水量の算術平均とした。柿の木台流域に対しては、柿の木台地点の降水量を用いた。筑波研究学園流出試験地には、計3箇所の雨量観測地点がある（前掲図-3）。

上の室橋流域の面積雨量としては、上の室橋と当研究所の降水量の算術平均とした。八千代橋流域に対しては、八千代橋地点と当研究所との降水量の算術平均を用いた。

なお、各試験地共、冬季において降雪がある年があるが、量的には少く、日降水量で見ると限りでは、融解により降雨として計測されるので降水量は、降雨量と考えてよい。

3. 水収支

水収支に係わる水文要素としては、

① 流域への水の流入する量として、降水（降雨および降雪） R 及び用水量 I ② 流域から流出する量として、河川の流量 Q 、蒸発散量 E 、当該観測所を通過しないで流域外へ流出する量 G 、および水収支期間内に Q 、 E とならないで流域の浅い部分および土壌中等に保留される水分の増加量 ΔS からなり、これらは(1)式で関係づけられる。

$$R + I = Q + E + G + \Delta S \quad (1)$$

(1)式の右辺の E 、 G および ΔS は観測ができないか観測が困難な量で、これら3つの水文要素の和を L とおく。 L は、損失量とする。即ち、

$$L = E + G + \Delta S \quad (2)$$

その結果、(1)、(2)式より、

$$R + I = Q + L \quad (3)$$

となる。

また、降水量 R 及び用水量 I と流量 Q の比を流出率と定義する。

$$f = Q / (R + I) \quad (4)$$

3.1 年水収支

3.1.1 年水収支の意味

年水収支の期間の境は河川の流量の変化が最も小さい時期が選ばれる。これは各年の年水収支を調べる場合変動が少ないため、各年ほぼ同一の水文サイクルとなるようにするためである。そこで水文年の境として

冬期の低水流量が最小の時期とする方法もあるが、ここでは実用的に暦年、即ち1月から12月までを年水収支の期間とする。この場合において、 ΔS は近似的に0と置いた。

蒸発散量Eおよび観測所を通過しない量Gは観測が困難であり、本試験地においてはこれらの量は観測されていない。そこで年間のE+Gを年損失量と考えそれぞれの水流量に添字yをつけ、年水収支式を、

$$Ry + Iy = Qy + Ly \tag{5}$$

とする。

4. 年水収支の解析結果

各試験地の年降水量、年流出量および年損失量と共に、さらに養老人本川の二瀬橋流域（流域面積184.2km²：図-2）における年降水量および年流出量を参考として加える。二瀬橋流域の年降水量は牛久、坂畑、勝浦（いずれも気象庁のAMeDAS地点）および浦白川流出試験地の年降水量の算術平均値とした。年流出量は千葉県養老川開発事務所の資料による。二瀬橋流域の位置は前掲の図-2に示す。

4.1 淮河流域の年水収支

年降水量と年流出量の関係を示したのが図-4である。この図から、推定すると年降水量600mm程度で年流出量が0mmになることがわかる。年損失量は、年降水量700mmで600mm、同じく1,000mmで700mm、同じく1,500mmで900mm程度というように年降水量の増大と共に増加する傾向がみられる⁶⁾。また、年流出率は、図-4から分かる様に0.2～0.5程度であり、我が国の河川流域の年流出率に比べて、かなり小さく、年損失量が大きいことがわかる。

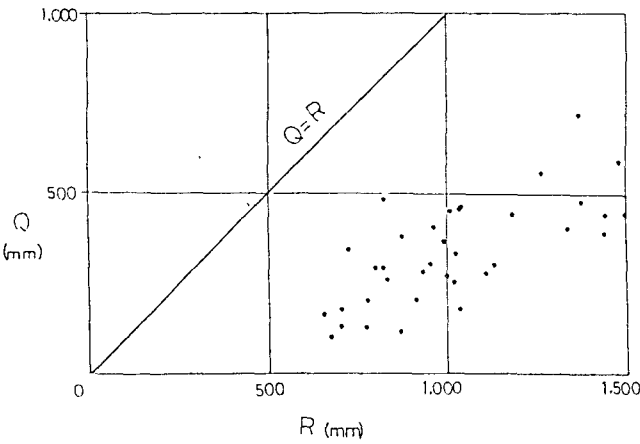


図-4 淮河流域の年降雨量-年流出量関係

4.2 浦白川流出試験地及び二瀬橋流域の年水収支

図-5から、柿の木台及び月崎流域において年降水量の増大と共に年損失量が大きくなる傾向がある。例えば、年降水量が1,000mm程度で年損失量400～500mm、年降水量1,500～1,600mmで年損失量700～900mm、年降水量1,900～2,200mmで年損失量400～1,100mmとなっている。

- (1) 二瀬橋流域（図-5中×印）では、年損失量は年降水量の増加と共に増大している。
- (2) 年降水量が小さくなると3流域とも年損失量は同程度となるようである。
- (3) 二瀬橋流域（流域面積は月崎流域の約20倍）では年損失量が本試験地より小さい傾向

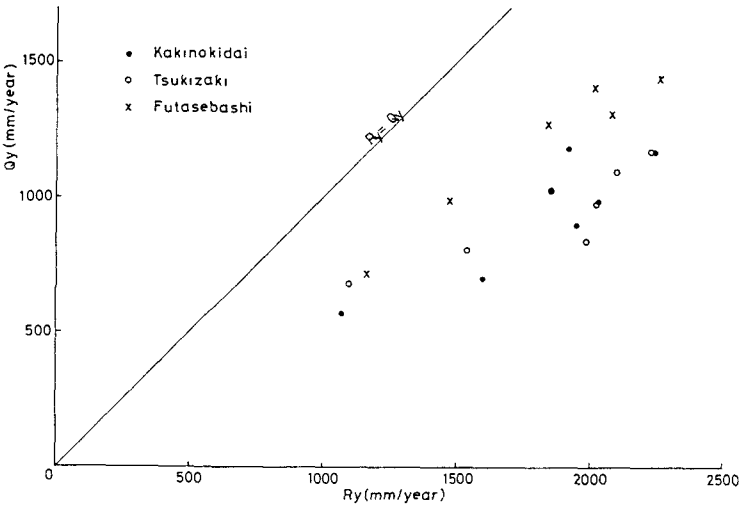


図-5 年降水量と年流出量の関係（柿ノ木台●、月崎○、二瀬橋×）

がある。

4.3 筑波研究学園流出試験地の年水収支

筑波研究学園流出試験地の上の室橋流域及び八千代橋流域の年収支の結果を図-6に示した。この図中○、○′は上の室橋流域を示し、×、×′は八千代橋流域を示す。両流域共、毎年4月～9月の期間に農業用水が流域外より供給されており、この用水量(I_y)と年降・用水量(R_y)の和を横軸の値とした場合を

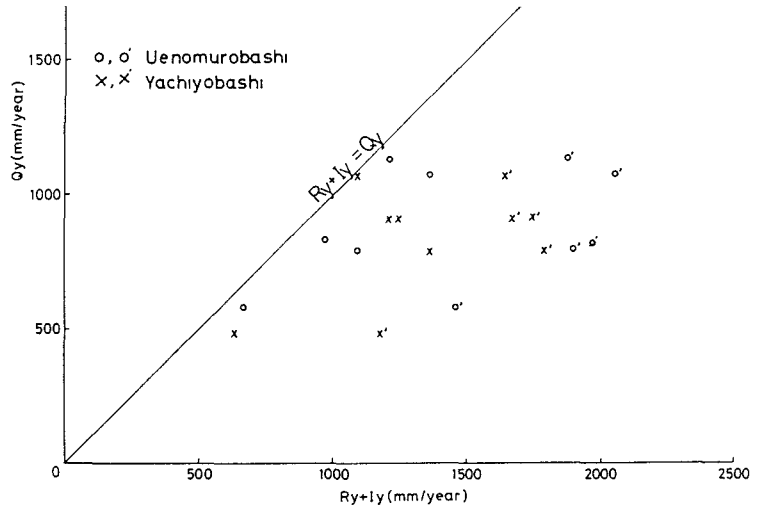


図-6 年降・用水量と年流出量の関係(上の室橋(○, ○′), 八千代橋(×, ×′))

○′及び×′で示した。この図から両流域共、年降・用水量(年降水量と流域内への用水供給量の和)1,200～1,500mmで、年損失量700～900mmの範囲、年降・用水量1,500～2,000mmで、年損失量600～1,200mmの範囲であり、年降・用水量の増大と共に年損失量が増大している。

4.4 浦白川流出試験地および筑波研究学園流出試験地の比較

このことを浦白川流出試験地の2流域と比較すると、年降・用水量1,000～1,500mmでは、筑波研究学園流出試験地の2流域の年損失量がより大きい。また年降・用水量1,500mm以上となると両試験地の間の年損失量は、ほぼ同じとなる。年降・用水量が1,500mm以下の場合の両試験地の間の年損失量の差異は、以下のように考えられる。筑波研究学園流出試験地においては、降雨は、時間をかけてゆっくりと河道に流出してくる。

この河道に流出してくる間に地中水が空気中へ蒸発散として失われる。この量は、河道に流出するまでの時間の増大と共に増大するから、浦白川流出試験地に比べ、より多く蒸発散が生じ、損失量がより大きくなると推定される。一方、年降・用水量が1,500mmを越える年においては、両試験地共、1年を通して、流域の表層は、湿った状態の日が多く、同程度の可能蒸発散に近い損失量が生じているためではなかろうか。

4.5 他流域との比較

さらに当研究所の両試験地の年水収支と他流域の調査結果を比較すると以下の通りである。建設省の調査によれば、関東地方の河川(利根川、神流川、荒川他、流域面積:700km²～2,200km²)の年流出率は、年降水量1,500mm～2,000mmの年で平均0.7である⁷⁾。年損失量で表わすと450mm～600mmである。農林水産省林業試験場が管理する森林理水試験地の年水収支の結果によると年降水量が1,700mm～1,800mm以上ある流域では、年損失量は年降水量(1,700mm～3,800mm)に関係なく一定となることが報告されている。

これらの結果を相互比較すると、当研究所の両試験地の年損失量は、年降水量2,000mm程度の場合に1,000mm程度である。一方建設省が調査した関東諸河川は流域面積が700km²～2,200km²と本試験地より大きく年損失量が小さい傾向がある。このことと前述の結果即ち、当研究所の両試験地の年損失量が二瀬橋流域の年損失量より大きくなることを合わせ考えると、流域面積が大きくなると年損失量が小さくなると考えられる。

また、当防災科学技術研究所の両試験地の年損失量は、年降水量の増加と共に増大する傾向がある。一方、森林理水試験地の結果によると年損失量は、年降水量に関係なく一定である。この両者の年降水量と年損失量の関係が異なる原因については確定し難い。

5. 結語

中国の淮河流域および我が国の試験流域等の年水収支について解析を行った。その結果、我が国の河川流域においては、年流出率は0.5～0.7程度と大きく、一方、中国の淮河流域の年流出率は、0.2～0.5と比較的小さい値を示した。

また、我が国の河川流域の年損失量については、浦白川流出試験地及び筑波学園流出試験地に比較してそれより流域面積の大きい二瀬橋流域の方が小さくなる。さらにそれより流域面積の大きい関東地方の諸河川の方が二瀬橋流域より年損失量が小さい傾向がある。これらの結果から年損失量は、流域面積の増大と共に小さくなる傾向があるといえる。中国の淮河流域に関しては年損失量と流域面積の関係については、灌漑用水等の人工的な水使用の定量的データが無いので今後の検討を必要としている。

さらに、浦白川流出試験地及び二瀬橋流域における年損失量と年降水量との関係を解析した結果では、年降水量1,000mmで年損失量450mm、1,500mmで800mmと年降水量の増加と共に年損失量が大きくなる。

謝 辞

浦白川流出試験地の水文観測に、常々御協力頂いている千葉県市原市公園みどり課、筑波研究学園流出試験地の水位観測所の利用に便宜を計って頂いている土浦市外15町村土地改良区の方々および水文観測・討議・図面作成等に種々協力のあった当研究所の佐藤照子、中根和郎および大倉 博の各氏に感謝します。

参 考 文 献

- 1) 岸井徳雄：浦白川流出試験地の洪水流出特性. 国立防災科学技術センター研究報告第20号, 17-30, 1978.
- 2) 岸井徳雄(1982)：浦白川流出試験地の洪水流出特性(その2). 国立防災科学技術センター研究報告第29号, 93-101, 1982.
- 3) 岸井徳雄・中根和郎・大倉 博・佐藤照子・小西達男：筑波研究学園流出試験地の流出特性(第2報). 国立防災科学技術センター研究報告第33号, 23-68, 1984.
- 4) 岸井徳雄・佐藤照子・中根和郎・大倉 博(1988)：浦白川流出試験地及び筑波研究学園流出試験地の水収支の比較. 国立防災科学技術センター研究報告第40号, 1-20, 1988.
- 5) 木下武雄(1982)：浦白川流出試験地における流出係数・流出率の変化. 国立防災科学技術センター研究報告第27号, 13-24, 1982.
- 6) 岸井徳雄・曹 述互：中国淮河の水収支について. 水文・水資源学会1994年研究発表会要旨集, 320-321, 1994.
- 7) 建設省・土木研究所：利水計画における流況把握の研究. 第20回建設省技術研究発表会. 1966.