

## 御手洗水試験流域の気象特性について

篠原, 慶規  
九州大学福岡演習林

小松, 光  
九州大学福岡演習林

大槻, 恭一  
九州大学福岡演習林

<https://doi.org/10.15017/15056>

---

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 89, pp.39-50, 2008-03. 九州大学農学部附属演習林  
バージョン :  
権利関係 :

## 論文

## 御手洗水試験流域の気象特性について\*

篠原慶規\*\*, 小松 光\*\*, 大槻恭一\*\*

## 抄 録

国内各地の水文試験地において森林の水・物質循環を調べる研究が行われているが、それらの結果を相互に比較するためには、各試験地の気象特性が明らかとなっていることが必要な条件となる。本研究では、水・物質循環研究が行われている福岡演習林の御手洗水試験流域における気象特性を調べた。本試験地における2003年から2006年までの年平均の降水量は2003 mm, 気温は16.2 °C, 相対湿度は69%, 日全天日射量は12.6 MJ m<sup>-2</sup>, 風速は1.2 m s<sup>-1</sup>であった。年降水量と平均気温のみに着目すれば、本試験地に近い試験地として、江田島, 愛知, 鹿北, 郡山の各試験地が同定された。また、本試験地の気象データを近隣気象官署(福岡・飯塚)のデータと比較したところ、本試験地のデータは福岡より飯塚に近く、データ補完などの際には福岡よりも飯塚のデータを用いるほうが好ましいことが明らかになった。

キーワード：御手洗水試験流域, 気象, 水循環, 物質循環

---

\* SHINOHARA, Y., KOMATSU, H. and OTSUKI, K.: Meteorological characteristics of Ochozu Experimental Watershed, Kyushu University Forest, Fukuoka, Japan

\*\* 九州大学福岡演習林

Kasuya Research Forest, Kyushu University, Japan

連絡先住所

811-2415

福岡県糟屋郡篠栗町津波黒394 九州大学農学部附属福岡演習林 篠原慶規

Yoshinori Shinohara, Tsubakuro 394, Sasaguri-machi, Kasuya-gun, Fukuoka

811-2415, Japan

## 1. はじめに

緑のダム問題や酸性雨問題など森林を取りまく社会的問題を解決するために、森林における水・物質循環を解明することは、森林科学分野における重要な研究課題であると位置づけられている（例えば、蔵治，2007）。そのため、国内各地の山地森林流域において、森林の水・物質循環を明らかにすることを目的とした研究が数多く行われている。森林の水・物質循環は、気象条件、植生条件（樹種や葉量など）、地形・地質条件などに影響される（例えば、Komatsu et al.,2007）。そのため、例えば植生条件の違いなど、ある特定の条件が違うことによる森林の水・物質循環の違いを調べたい場合は、条件の異なるいくつかの試験地で得られた結果を相互比較することが有効である。そのような相互比較の前提として、各試験地の気象、植生、地形・地質などの条件が明らかにされている必要がある。

九州大学福岡演習林4林班に設置された御手洗水試験流域においても、水・物質循環研究が継続的に行われており、近年多くの結果が報告されている（藤山ら，2005；東ら，2005；智和ら，2007；Ide et al.,2007；小松ら，2007）。他の試験地で研究を進める研究者が、御手洗水試験流域の結果を比較対象として使うために、御手洗水試験流域の気象、植生、地形・地質などの条件が明らかにされていることが必要であるにもかかわらず、御手洗水試験流域の気象条件について、これまで十分な情報の報告が行われてこなかった。この観点から、御手洗水試験流域の気象条件を明らかにすることは重要である。

また、御手洗水試験流域においては継続的に気象観測が行われているが、気象観測にはしばしば欠測が伴う。したがって、御手洗水試験流域の気象条件を明らかにして、近隣の気象官署における気象との関係を調べておけば、近隣の気象データをもとに、気象データの欠測を補完することができる。加えて、御手洗水試験流域と近隣の気象官署の気象との関係が明らかとなっていれば、御手洗水試験流域の過去の気象条件も推定することができ、過去にさかのぼった長期的な解析なども可能となる。

そこで本研究では、御手洗水試験流域における気象特性を明らかにすることを目的として研究を行った。まず、御手洗水試験流域で観測されている2003～2006年の気象データをまとめて、降水量・気温などの年平均値と季節変化を調べた。そして、日本各地の試験流域の気象条件と比較することで、御手洗水試験流域の位置づけを明らかにした。次いで、御手洗水試験流域の気象と近隣気象官署（当該試験地から約15km西方に位置する福岡と約15km東方に位置する飯塚）の気象との関係を明らかにした。

## 2. 試験地および観測方法

### 2.1. 試験地の概要

本研究で対象とした御手洗水試験流域は、九州大学福岡演習林の4林班内に設置された山地小流域である（図1，33° 38' N, 130° 32' E）。流域面積は9.5 ha，流路長は265m，流路勾配は0.22，流域内の平均勾配は0.37であり，母岩は北部九州に広く分布する三郡変成岩類中層部の緑色片岩と三郡変成岩帯に部分的に伴われる蛇紋岩である（日本の地質九州地方編集委員会，1992）。植生は，谷部から中腹部はヒノキ人工林（林齢約50年），中

腹部から尾根部にかけては常緑と落葉が混交する二次林で覆われており、ヒノキ人工林と二次林が流域面積に占める割合はそれぞれ46%、54%である。なお、ヒノキ人工林は1993年以降管理が行われておらず、樹冠が密閉している。そのため谷部は常時やや暗く、下層植生は乏しい。

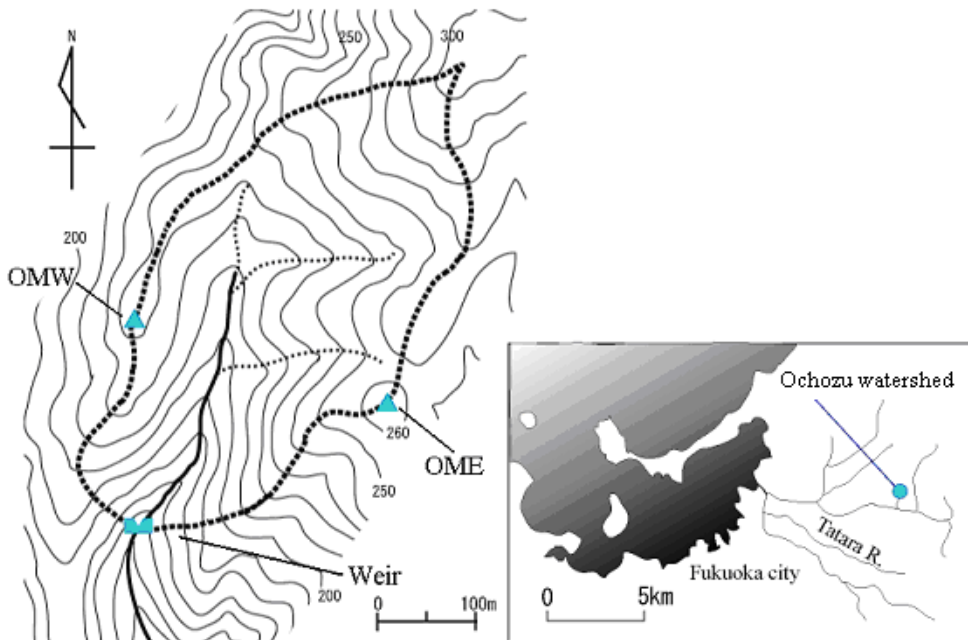


Fig.1 Map showing the location of the Ochozu experimental watershed

図1 御手洗水試験流域の概要

## 2.2. 気象観測

気象観測は、流域の東尾根（OME）と西尾根（OMW）の2ヶ所の開けた露場において行われている。降水量は転倒マス式雨量計（TK-1、竹田計器）を、気温及び相対湿度は地上高約2mに設置された温湿度計（HMP45A、Vaisala）を、全天日射量は地上高約1.5mに設置された全天日射計（Pypanometer、LI-COR）を、風向及び風速は地上高約2.5mに設置された風向計と三杯式風速計（03001-Lx、Campbell Science Inc.）を用いて観測された。これらのデータは60秒毎にサンプリングされ、10分平均値をデータロガー（CR10X、Campbell Science Inc.）に記録された。なお、OMEとOMWの両者で観測が行われた日のデータを比較したところ、両者に大きな差がなかったことから、本研究における解析では、OMEの観測データを用い、OMWの観測データは、OMEの観測データが欠測した時に限り利用した。解析期間は2003年1月から2006年12月までの4年間である。

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 御手洗水試験流域における気象特性

図2 (a) には、月降水量と月平均気温の4年平均値と標準偏差を示した。これを見ると、降水量が最も多かったのは7月で391 mm、最も少なかったのは12月で68 mmであり、夏に多く、冬に少ない傾向が見られた。気温が最も高かったのは8月で27.3 °C、最も低かったのは1月で4.6 °Cであった。また、標準偏差を用いて示した年ごとの変動は、2月、7月、12月が他の月と比較して大きかった。

図2 (b) には、月平均相対湿度の4年平均値と標準偏差を示した。相対湿度が最も高かったのは7月で78.7%、最も低かったのは4月の61.7%となり、夏に高く、冬に低いという傾向がみられた。また、標準偏差で示された年ごとの変動は、5月が一番大きく、1月に一番小さかった。図2 (b) には、飽差（飽和水蒸気圧と実水蒸気圧の差）も同時に示した。飽差が最も高かったのは8月で10.0hPa、最も小さかったのは1月で2.9hPaとなり、梅雨時期の7月が6月より小さな値を示したが、ほぼ気温と同様の変動を示すことがわかった。これは、気温、すなわち飽和水蒸気圧が夏に高く、冬に低いという季節変動をするのに対し（図2 (a)）、相対湿度の季節変動は小さいためである。

図2 (c)には月平均日全天日射量の平均値と標準偏差を示した。最大は5月の17.1 MJ m<sup>-2</sup>、最小は12月の6.4 MJ m<sup>-2</sup>となった。

図2 (d)には月平均風速の平均値と標準偏差を示した。最大は2月の1.3 m s<sup>-1</sup>、最小は7月と8月の0.9 m s<sup>-1</sup>となり、冬に大きく、夏に小さい傾向が見られた。また、標準偏差で示した年ごとの変動は、3月に最も小さく、11月に最も大きかった。

#### 3.2. 他試験地との比較

図3には、小松ら（2007）によってまとめられた日本の水文試験地における降水量と気温の関係を示した。なお、離島のデータはここでの解析から除外し、複数の隣接する試験地のデータが報告されている場合には、各流域の値の平均値をここでの解析に用いた。その結果、全地点の年平均降水量は1963 mm、年平均気温は11.8 °Cとなった。本試験地における年平均降水量は2003 mmであり、全地点の平均値に近かったが、年平均気温は、16.2 °Cと全地点の中で最も高かった。

次に、本試験地と気象特性が近い試験地を調べるために、本試験地における降水量と気温の4年間の変動の範囲内に入る試験地があるかどうかを確かめた。その結果、降水量と気温の両方が、変動の範囲内に入る試験地はなかったが、降水量は本試験地の変動の範囲内であり、さらに気温も近かった試験地には、江田島（服部ら、2001）や愛知（例えば、愛知演習林、1999）、鹿北（Shimizu et al.,2003）があった。また、郡山（地頭菌・下川、1991）は、気温は本試験地の変動の範囲内であったが、降水量は本試験地より多かった。そのため、例えば、樹冠遮断のように、気温よりも降水量の影響を強く受ける現象を調べる時は、江田島や、愛知、鹿北のように、降水量に近い試験地と比較するのが好ましいと考えられる。また逆に、降水量よりも気温の影響を受ける現象を調べる時は、郡山のような試験地と比較するのが好ましいと考えられる。

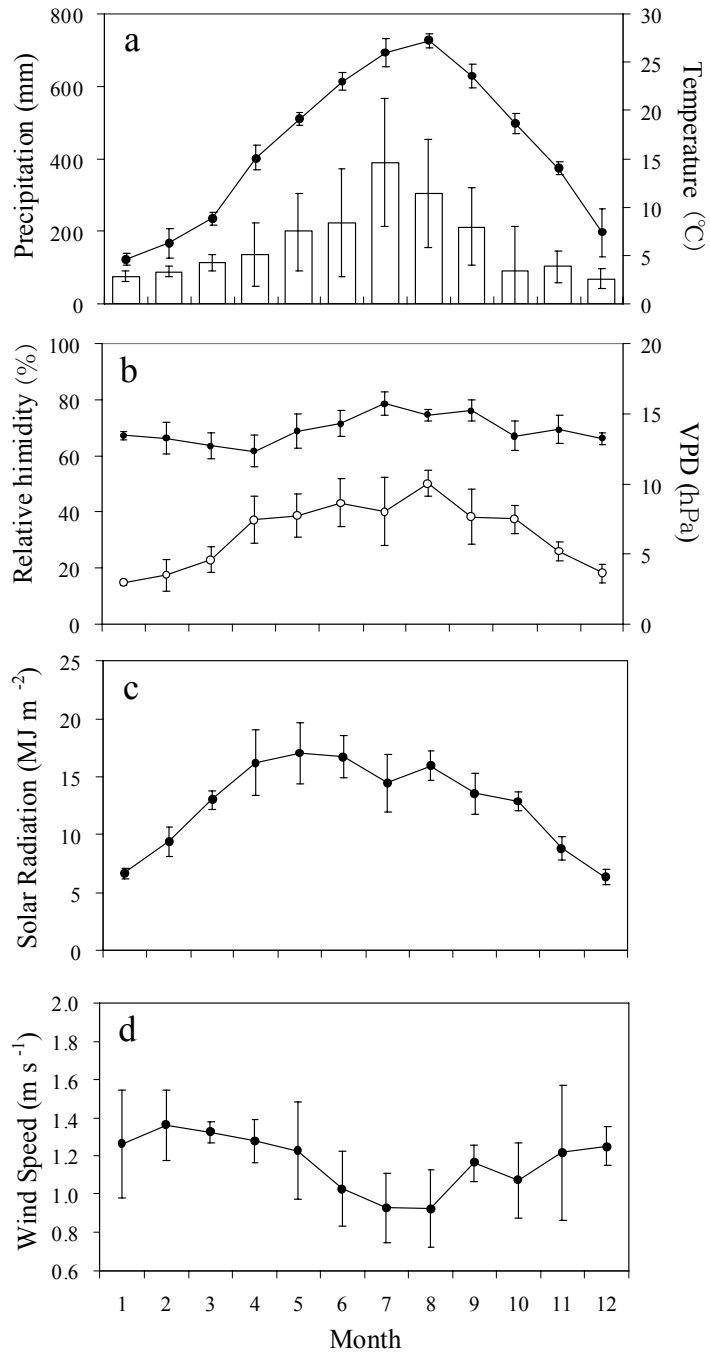


Fig.2 Seasonal changes in (a) precipitation, air temperature, (b) relative humidity, VPD, (c) solar radiation, and (d) wind speed. Vertical bars represent the standard deviation.

図2 (a) 降水量と気温, (b) 相対湿度 (●) と大気飽差 (○), (c) 全日射量, (d) 風速の月変化. エラーバーは標準偏差

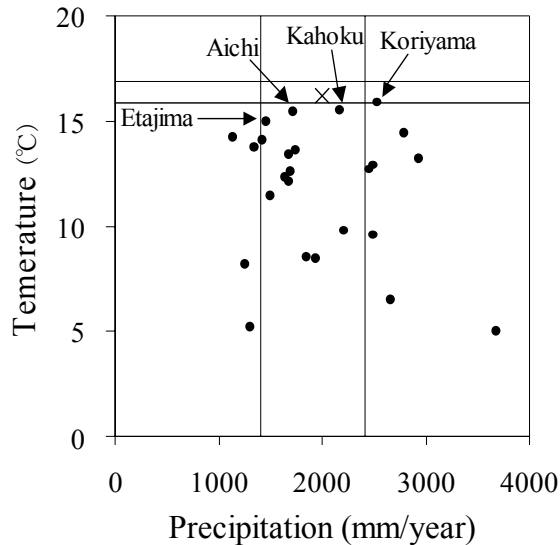


Fig. 3 Comparison in annual precipitation and annual mean air temperature between experimental watersheds in Japan; Ochozu experimental watershed (×) and the other watersheds (●). Vertical and horizontal lines indicate the maximum and minimum values observed at the Ochozu experimental watershed for the period from 2003 to 2006.

図3 本試験地 (×) と、全国の試験地 (●) についての年降水量と年平均気温の比較。縦線、横線は本試験地における最大値と最小値

### 3.3. 近隣の気象官署との比較

表1には、本試験地と福岡、飯塚の年降水量、年平均気温、年平均相対湿度、年平均日全天日射量、年平均風速を示した。降水量と気温については後述するが、本試験地における相対湿度は福岡と飯塚のほぼ中間の値を示し、風速は、福岡、飯塚よりも小さい値を示した。また、全天日射量は福岡よりも小さい値を示すことがわかった。

次に、気象観測の基本要素である降水量と気温について、福岡、もしくは飯塚の観測値による代用の可能性を調べた。本試験地の年降水量と年平均気温を福岡、もしくは飯塚の年降水量と年平均気温で代用した場合生じる年降水量の誤差 (RMSE) は、福岡と飯塚でそれぞれ409 mm, 184 mmとなった。また、年平均気温のRMSEは、それぞれ1.2 °C, 0.2 °Cとなった。次に、福岡と飯塚の気象官署で観測された年降水量と年平均気温の1980年からの長期的変動と本試験地における4年間の変動を比較したところ、降水量、気温共に福岡と飯塚、本試験地は同様な長期変動を示した (図4)。以上の結果は、過去にさかのぼった解析を行う場合や、年単位の降水量や気温を近隣の気象官署のデータから補完する場合、福岡よりも飯塚のデータを用いる方が適切であることを示唆している。ただし、以上の結果は4年間観測データに基づいて得られたものであるため、今後データの蓄積が進んだ段階で再び同様の結果が得られるか調べる必要がある。なお、降水量は長期的な変動は見られないものの、気温は確率0.001で有意な上昇傾向が見られた。この気温の上昇傾向は、何に起因するものなのかはわからないが、飯塚の気温上昇が地球温暖化のように広

表1 御手洗水試験流域，福岡，飯塚における2003年～2006年における年降水量 (Pr)，気温 (Ta)，相対湿度 (RH)，日平均全天日射量 (Sr)，風速 (WS)

なお，解析期間中，飯塚では全天日射量の観測は行われていない

Table 1 Annual precipitation (Pr), average air temperature (Ta), relative humidity (RH), daily average solar radiation (Sr), and wind speed (WS) of Ochozu, Fukuoka, and Iizuka in the period between 2003 and 2006. Solar radiation was not measured at Iizuka in this period.

		Pr (mm)	Ta (°C)	RH (%)	Sr (MJ m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	WS (m s <sup>-1</sup> )
2003	Ochozu	1999	15.9	71	11.9	1.3
	Fukuoka	1601	17.2	66	13.1	2.8
	Iizuka	1949	15.9	77		2.2
2004	Ochozu	2201	16.8	68	13.1	1.2
	Fukuoka	1742	17.8	64	14.1	2.7
	Iizuka	1879	16.4	75		2.1
2005	Ochozu	1405	15.9	67	13.0	1.1
	Fukuoka	1020	17.2	64	14.0	2.8
	Iizuka	1262	15.9	74		2.3
2006	Ochozu	2408	16.1	70	12.4	1.1
	Fukuoka	2018	17.2	68	13.2	2.7
	Iizuka	2317	15.9	76		2.0
Average	Ochozu	2003	16.2	69	12.6	1.2
	Fukuoka	1595	17.4	66	13.6	2.8
	Iizuka	1851	16.0	76		2.2

域的にみられる現象ではなく，ヒートアイランドなど局地的な現象に起因するとすれば，本試験地と飯塚の長期的変動は異なっている可能性もあるので注意が必要である。

次に，本試験地の月降水量と月平均気温を福岡，もしくは飯塚の月降水量と月平均気温で代用した際に生じる誤差 (RMSE) を調べたところ，月降水量のRMSEは，それぞれ61.7 mm, 48.7 mm, 月平均気温のRMSEは，それぞれ1.2 °C, 0.5 °Cとなり，飯塚のデータを用いる方が，誤差が小さくなることがわかった。また，本試験地と飯塚の降水量と気温を月単位で比較したところ，降水量が大きくなると若干ばらつきが大きくなるものの，降水量，気温共にほぼ1:1の直線上に分布することがわかった (図5)。このことから，月単位の降水量や気温を近隣の気象データで代用する必要がある場合も，福岡のデータよりも飯塚のデータを用いる方が好ましいことがわかった。

一方，日単位のデータを用いて本試験地と飯塚の降水量と気温を比較したところ，気温はほぼ1:1の直線上に分布したが，降水量は分布がばらつくことがわかった (図6)。このことから，飯塚の日単位の気温を用いた時の誤差は，月単位の場合と大きく変わらないが，日単位の降水量を用いた時の誤差は，月単位と比較し，かなり大きくなることが考えられる。そのため，本試験地において，日単位の降水量データが必要な場合は，飯塚よりも近隣のデータを代用する必要がある。なお，4月から11月にかけては本試験地から北へ約



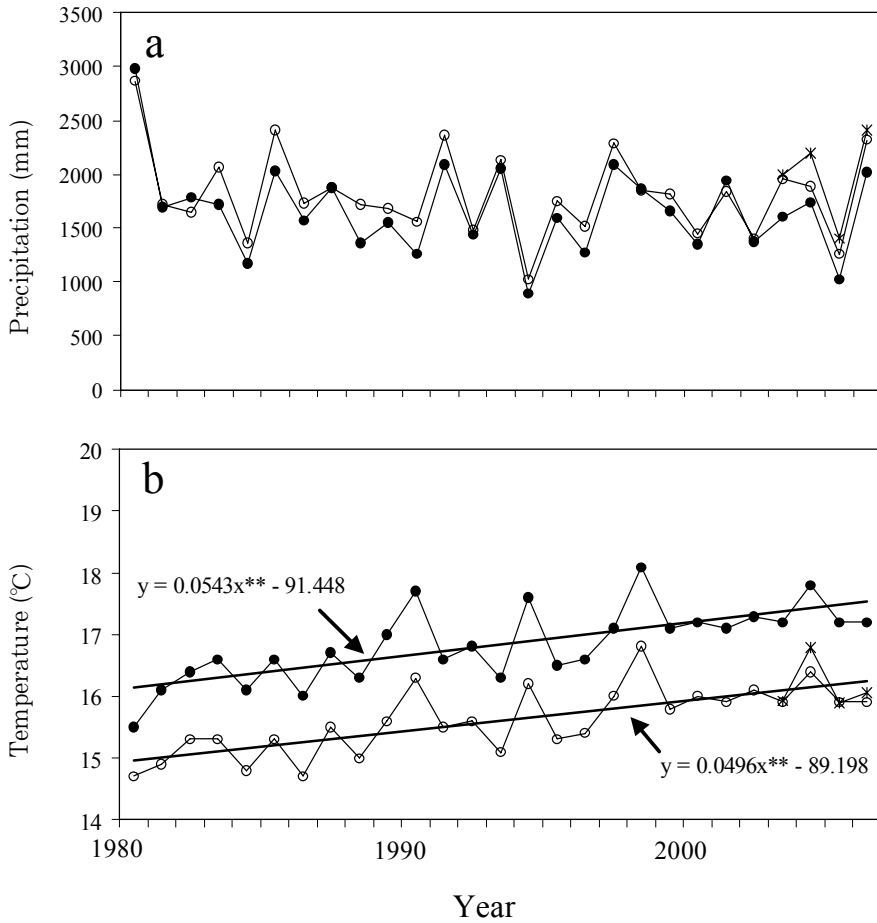


Fig.4 Year-to-year changes in (a) precipitation and (b) temperature of Fukuoka (●), Iizuka (○) and Ochozu (×). The straight lines in the figure are regression lines.

\*\* Statically significant with a probably at 0.001.

図4 福岡(●), 飯塚(○)と御手洗水試験流域における(a)降水量と(b)気温の経年変動。図中の直線は回帰直線。 \*\* 確率0.001で有意

1kmの場所に位置するアメダス(篠栗)が観測を行っており、降水量のデータは入手可能である。さらに、筆者らはアメダス(篠栗)と本試験地の日単位の降水量が高い相関を示すことを確認しているため、この期間内であれば飯塚ではなく篠栗アメダスのデータを用いるのが好ましい。なお、欠測値を補完する方法として、近隣の2ヶ所、ないしはそれ以上の観測値を用いて得られた重回帰式を利用する方法も考えられる。そこで、本試験値の月降水量、月平均気温、並びに日降水量、日平均気温について、飯塚の観測値を用いて補完する場合と重回帰式を用いて補完する場合を比較してみたが、両者に大きな違いはなかった。したがって、現在得られるデータの範囲では、御手洗水試験流域のデータを補完する際に、重回帰式を用いることによる特段の利点はないと思われる。

## 4.まとめ

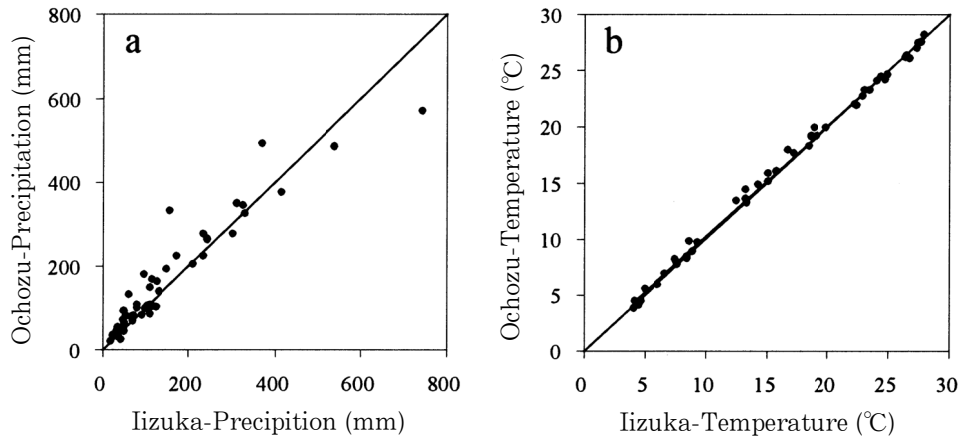


Fig.5 Relationships of (a) monthly precipitation of Ochozu to that of Iizuka, and (b) monthly average air temperature of Ochozu to that of Iizuka.

図5 (a) 御手洗水試験流域の月降水量と飯塚の月降水量との関係 (b) 御手洗水試験流域の月平均気温と飯塚の月平均気温との関係

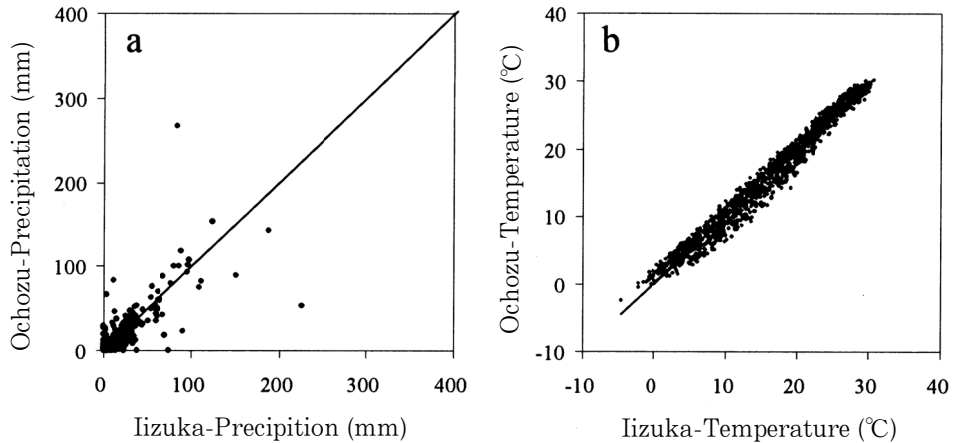


Fig.6 Relationships of (a) daily precipitation of Ochozu to that of Iizuka, and (b) daily average air temperature of Ochozu to that of Iizuka.

図6 (a) 御手洗水試験流域の日降水量と飯塚の日降水量との関係 (b) 御手洗水試験流域の日平均気温と飯塚の日平均気温との関係

本研究では、山地小流域である福岡演習林の御手洗水試験流域において、その気象特性を明らかにした。その結果、年平均降水量は2003 mm、年平均気温は16.2 °C、年平均日全天日射量は12.6 MJ m<sup>-2</sup>、年平均風速は1.2 m s<sup>-1</sup>であった。年降水量、平均気温の観点から、本試験地と気象特性に近い試験地として、江田島、愛知、鹿北、郡山の各試験地が

同定された。さらに、本試験地の気象データを福岡と飯塚の気象官署のデータと比較した結果、飯塚のほうが本試験地のデータに近く、データ補完などを行う場合には、福岡より飯塚のデータを用いるほうが好ましいことが明らかになった。

## 謝 辞

本研究で用いたデータのうち、2003年～2005年までのデータは、東智洋氏及び藤山洋介氏によって観測されたものです。また、観測に際し、久米朋宣博士（日本学術振興会、九州大学演習林）と東直子博士（九州大学演習林）からは有益なご助言をいただき、井手淳一郎氏をはじめ流域環境制御学研究室の皆様には、多大なご協力をいただきました。なお、本研究の一部は科学研究費補助金No.17380096（代表：大槻恭一）、No.18810023（代表：小松光）を用いて行われました。ここに記して感謝の意を表します。

## 引用文献

- 愛知演習林 (1999) : 愛知演習林量水観測結果報告 (IV). 演習林 **38** : 127-146
- 智和正明・井手淳一郎・扇 大輔・田代直明・古賀信也・柴田英昭・佐藤冬樹・大槻恭一 (2007) : 北海道演習林及び福岡演習林における降水、渓流水中の化学成分の特徴. 九大演報 **88** : 33-43
- 藤山洋介・廣瀬茂樹・大槻恭一・小川滋 (2005) : Granier法による樹液流計測に基づくヒノキ林における蒸散量の推定. 九大演報 **86** : 15-31
- 服部重昭・志水俊夫・荒木 誠・小杉賢一郎・竹内郁雄 (2001) : 森林の水源かん養機能に関する研究の現状と機能の維持・向上のための森林整備のあり方 (I) - 渇水地域上流森林整備指針算定調査報告書一. 水利科学 **260** : 1-40
- 東 智洋・井手淳一郎・大槻恭一・小川滋 (2005) : 斜面、ライパリアンゾーンの水分状態と流域スケールの流出の関係. 御手洗水試験流域における観測例. 九大演報 **86** : 1-13
- Ide, J., Nagafuchi, O., Chiwa, M., Kume, A., Otsuki, K. and Ogawa, S. (2007) : Effect of discharge level on the load of dissolved and particulate components of stream nitrogen and phosphorus from a small afforested watershed of Japanese cypress (*Chamaecyparis obtuse*). J. For. Res. **12** : 45-56.
- 地頭藺隆・下川悦郎 (1991) : 甲突川水系川田川上流の森林流域における水文観測. 鹿大演報 **19** : 43-60
- Komatsu, H., Tanaka, N. and Kume, T. (2007) : Do coniferous forests evaporate more water than broad-leaved forest in Japan? J. Hydrol. **336** : 361-375
- 小松 光・井手淳一郎・篠原慶規・芳賀弘和・藤山洋介・宮野岳明・丸野亮子・智和正明・久米朋宣・東 直子・大槻恭一 (2007) : 非管理針葉樹人工林の蒸発散量. 水利科学 **297** : 107-127
- 蔵治光一郎 (2007) : 森林水文学 森林の水のゆくえを科学する. 森林水文学編集委員会編. 森北出版, 東京, pp.309-327.

日本の地質九州地方編集委員会 (1992) : 日本の地質 (9). 共立出版, 東京, pp. 7-8  
Shimizu, A., Shimizu, T., Miyabuchi, Y. and Ogawa, Y. (2003) Evapotranspiration  
and runoff in a forest watershed, water Japan. Hydrol. Process. **17** : 3125-3149

(2007年10月31日受付 ; 2008年 1 月28日受理)

## Summary

Some studies have been examining water and nutrient cycles in various forested watersheds in Japan. For comparing results with these studies, meteorological characteristics of each watershed should be clarified. We examined meteorological characteristics of Ochozu Experimental Watershed in Kasuya research forest, Kyushu University for the four years 2003 to 2006. Annual precipitation, annual mean air temperature, relative humidity, solar radiation, and wind speed were 2003 mm, 16.2 °C, 69%, 12.6 MJ m<sup>-2</sup>, and 1.2 m s<sup>-1</sup>, respectively. Annual precipitation and annual mean air temperature of the Ochozu experimental watershed were almost the same as those of Etajima, Aichi, Kahoku, and Koriyama watersheds. By comparing the precipitation and air temperature of Ochozu with those at Fukuoka and Iizuka Meteorological Observations, we found that the precipitation and air temperature of Ochozu were more highly related to those of Iizuka, rather than of Fukuoka. Thus, the use of the data from Iizuka rather than from Fukuoka is recommended for filling gaps in precipitation and air temperature records taken at Ochozu.

**Key words:** Ochozu Experimental Watershed, meteorological phenomena, water cycle, nutrient cycle