

中央アルプス：西駒演習林における夏季の気象特性

— 環境情報計測・データ管理システム(SUMIDA)による観測結果 —

星 川 和 俊*

*信州大学教養部環境科学研究室

**Meteorological Characteristics in Summer Season at Nishikoma Experimental
Plantation : Central Alps of Japan**

— **Observation Results by Shinshu University Meteorological Information
Data Acquisition System (SUMIDA)** —

Kazutoshi HOSHIKAWA*

**Environmental Science & Technology, Faculty of Liberal Arts, Shinshu University*

Abstract : The knowledge of meteorological information in mountainous region is necessary to analysis the environmental conservation problems. This paper deals with new meteorological observation system for mountainous area, which has been set up at central parts of Nagano prefecture. In this system, valuable meteorological data are automatically collected from eight data collection platforms situated at some mountains and processed through GMS communication and meteorological networks at the real-time.

Some meteorological characteristics of mountainous area are described using the observed data in Nishikoma experimental plantation of Shinshu University, Central Alps of Japan. As the results, it shows that the obtained data by the new observation system are very useful for meteorological and environmental investigation.

Key words : Meteorological data acquisition system, Mountainous area, Characteristics of temperature, Decreasing rate of temperature

気象観測システム, 山岳域, 気温特性, 気温減率

I. はじめに

近年、環境問題や災害問題への関心が高まるにつれ、山地や山岳域の積極的な保護と保全ならびに当該地域の有効な土地利用に対する根本的な検討が望まれている。このような状況において、山地部での気象現象や森林が有する総合的な機能を正確かつ効果的に見極めることが緊要な課題である。

しかしながら、わが国では国土の70%以上が山地や山岳域であるにも拘らず、これらの地域での気象観測や環境計測の事例は少なく、山岳域環境保全のための基礎研究への大きな妨げとなっていた。したがって、

山岳域保全の検討のためには、高標高地域での気象データ等の効果的な収集と整備体制の充実が重要であった。

以上のような理由から、山岳域をも含めた環境計測の整備拡充を企図する装置として“環境情報計測・データ管理システム”を昭和63年度において開発・導入した。本システムは、長野県中央部の山岳域を中心とした8地点に自動気象観測局（Data Collection Platform, 以下 DCP と略す）を設置し、これらの観測データを、気象庁の静止衛星“ひまわり（Geostationary Meteorological Satellite, 以下 GMS と略す。）”の通信機能ならびに気象配信網を介して、オンラインで信州大

学を受信するものである。

このシステムでは従来の気象観測官署や AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System) による観測では難しかった山岳などの遠隔地の気象データの収集をすみやかに可能とする。その結果、自然災害や環境問題の解明にとって、貴重な山岳気象データを提供するものと考えられる。

本研究では、この山岳気象観測システムの概要を紹介すると共に、本システムによって得られた西駒演習林 (信州大学農学部付属施設) の観測事例にもとづき、当該地域のいくつかの夏季気象特性の分析を試みたものである。

なお、筆者らは本観測システムを“SUMIDA (寒いだ: Shinshu University Meteorological Information Data Acquisition System)”と命名しており、本報告においてもこの呼称を用いる。

II. 山岳気象観測システム(SUMIDA)概要

1. システム概要

SUMIDA のシステム概念を図1に示す。本システムの主要部は、無人で気象観測を行い、観測データを GMS に電波送信する機能をもつ DCP 装置である。DCP は、長野県中央部の 8 地点に設置され、そこでは

気温、日射量、雨量、気圧等の気象要素の観測が自動化されている。

とくに、このたび導入した DCP は過酷な山岳環境条件下においても通年観測が可能となるように、多くの改良がなされた。たとえば、信大型 DCP では太陽電池、もしくは商用電源で作動するように設計されており、設置点の条件によって電源の選択が可能である。また、データ通信系になんらかのトラブルが発生した場合に備えて、DCP にメモリカードによるデータバックアップ機能を付加したことなどが大きな特徴である。しかも、気象測器は変換器を含め気象庁検定品を用いているので、高精度なデータが得られる装置となっている。

DCP によって観測されたデータは、あらかじめ決められた時刻になると、自動的に GMS への伝送を行う。その後、伝送データは GMS の中継機能を利用して気象衛星通信所 (埼玉県鳩山町) で受信され、気象衛星センター (東京都清瀬市)、気象庁の ADESS (Automatic Data Editing and Switching System), 気象協会のデータ配信網を経由し、信州大学教養部のデータ処理装置に配信される。受信したデータは、データ処理装置上のデータベースに自動格納され、研究目的に応じたデータ加工・分析等を可能としている。

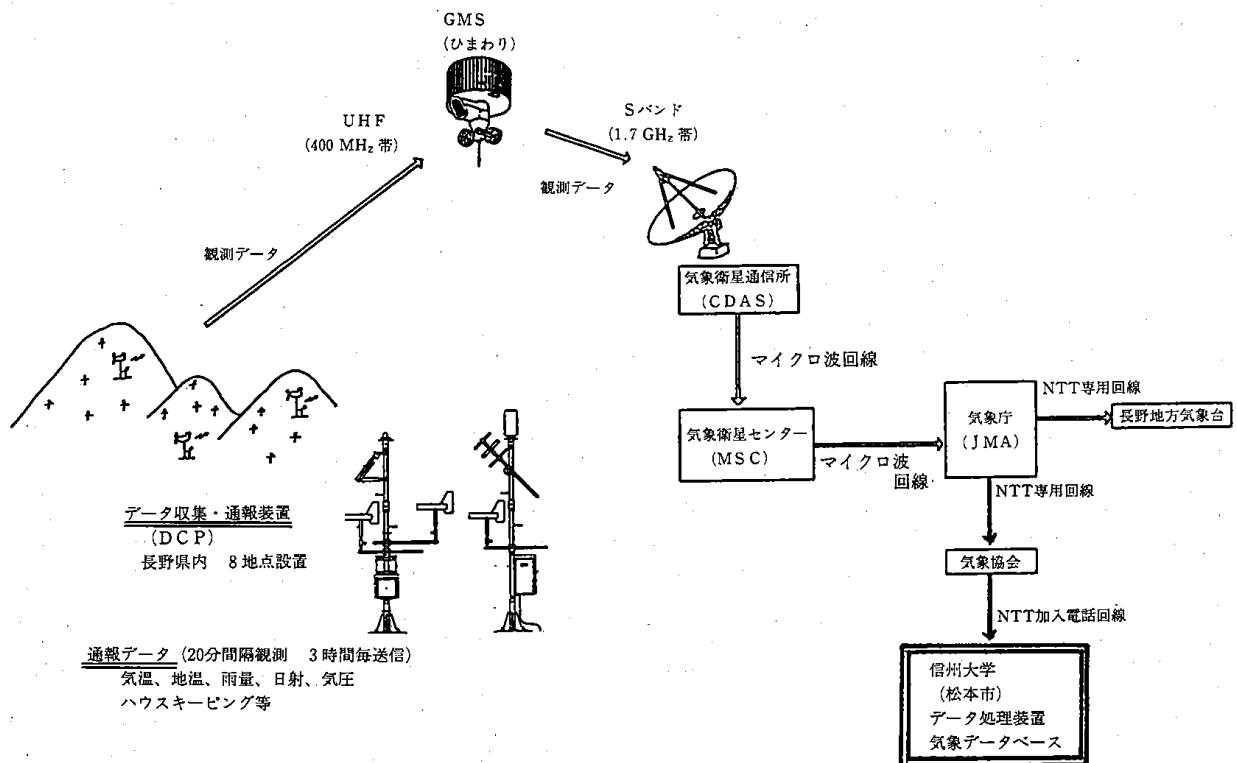


図1. SUMIDA システムの概要

2. 観測局の配置

SUMIDAシステムでは、図2に示したように長野県中央部の8地点に DCP の設置を行った。これらの DCP 設置地点の標高は、表1に示したとおりであり、1,000mを越える観測局が5地点となっている。この中で将棊頭山局は既存の無人通年観測局としては国内での最高標高(2,672m)の地点にあり、貴重な気象データの取得が期待される。

設置した観測局の中で、西駒演習林の将棊頭山局、長尾根局、農学部局は、直線距離で11km以内の地点にあり、高密度な空間配置がなされている。また、他の局についても諏訪水系東斜面、ならびに松本平とその東西斜面に位置しており、多くの研究目的にも対応するものである。これらの8局は、塩尻市を中心とするほぼ半径30km以内に含まれ、従来の AMeDAS の観測網に比べて高密度な観測局の配置である。

以上のように、SUMIDA では観測範囲が比較的狭い地域を対象とすること、ならびに主に山岳等の高標高地点に DCP を設置したことに、大きな特徴を有する観測システムとなっている。この結果、従来では入手が難しかった山岳域を対象として、時空間的に高密度な気象データが、容易に入手できるようになった。

3. 観測項目

各 DCP の観測要素は、風向・風速、気温、地温、日射量、雨量、露点温度、気圧の中からの7項目で構成される。各 DCP 局の観測項目は表1に示したとおりである。これらの観測項目の選定は、各設置点の位置や地面上の条件、観測機器の電源条件、ならびに研究応用条件を考慮して選定した。

とくに、高山での気圧、各種植生群落内での気温分布の高精度な通年観測は、今後高所医学や環境科学の立場から、有意義な情報を提供するであろう。

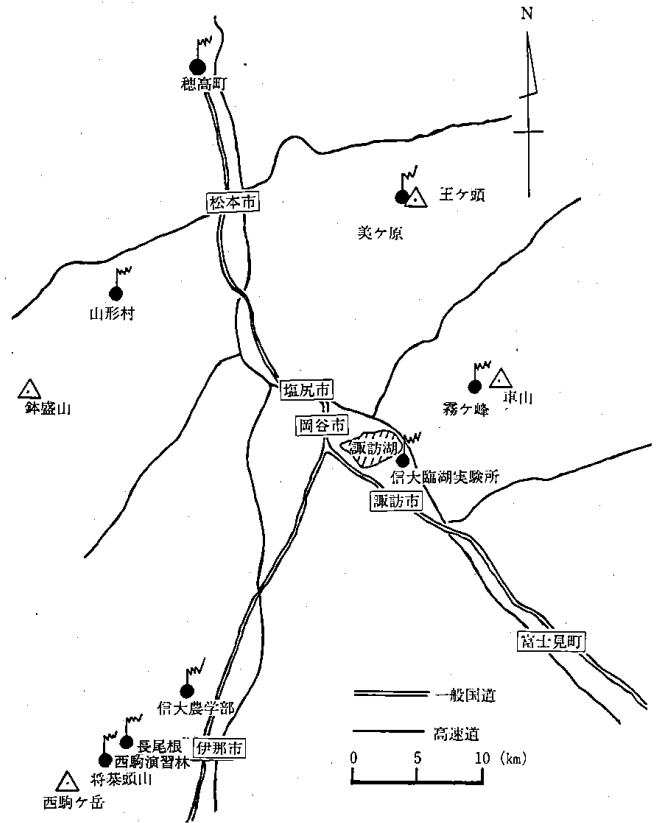


図2. SUMIDA システムにおける DCP 配置図

III. 西駒演習林の夏季気象特性 — SUMIDA による観測結果

1. 西駒演習林の特徴

本学農学部付属西駒演習林は中央アルプス東斜面にあり、中央アルプス稜線にある将棊頭山(標高2,672m)を最高点として、桂小場(標高1,235m)までの小黒川源流域を含む地域に位置している。本演習林のように、1,400mの標高差を有している試験地は他にその例がない。したがって、ここでは標高に応じた多様な気象・気候条件、さらには、変化に富む植生も存在する。た

表1. SUMIDA システムの観測局一覧

DCP番号	呼称局名	標高(m)	所在地	観測項目 (数値は観測点数)
1	農学部局	760	上伊那郡 信大農学部内	気温(2), 地温, 雨量, 全日射量, 風向・風速, 露点温度
2	長尾根局	1,900	伊那市 信大西駒演習林内	気温(4), 地温, 雨量(積雪期撤去), 全日射量
3	将棊頭山局	2,672	伊那市 信大西駒演習林内	気温(3), 地温, 雨量(積雪期撤去), 全日射量, 気圧
4	臨湖実験所局	760	諏訪市 信大臨湖実験所内	気温(2), 地温, 雨量, 全日射量, 風向・風速, 露点温度
5	霧ヶ峰局	1,670	諏訪市上諏訪角間沢	気温(4), 地温, 雨量(積雪期撤去), 全日射量
6	穂高町局	521	南安曇郡穂高町	気温(2), 地温, 雨量, 全日射量, 風向・風速, 露点温度
7	山形村局	1,490	東筑摩郡山形村	気温(4), 地温, 雨量(積雪期撤去), 全日射量
8	美ヶ原局	2,031	松本市入山辺美ヶ原	気温(3), 地温, 雨量(積雪期撤去), 全日射量, 気圧

たとえば、比較的低標高の地域ではカラマツ帯が、その上部の中標高域ではシラベ、ダケカバ帯が、さらに最高部の高標高域ではハイマツ帯が、最も大きな面積を占めている。しかも、本地域では人工植生、代償植生、自然植生が混在している。以上のような地形条件あるいは土地利用条件から考えると、西駒演習林は今後の研究を進める上で、SUMIDA の観測データを有効に活用できる試験地である。

よって、本研究では西駒演習林でのデータを用いて、いくつかの夏季気象特性を提示する。現在、SUMIDA で得られたデータの整理、検証等を進めている段階であるので、ここでは観測開始の平成元年6月中旬から同年10月中旬までのデータを用いた。なお、提示するデータは20分毎のサンプル間隔値を基本として、これらのデータから日統計値を算出した値を用いた。すなわち、24時を日界とした値であり、温度と気圧等は日平均値を、日射量と雨量等は日累積値を利用した。

2. 温度特性

1) 日平均気温

図3には、将基頭山局、長尾根局ならびに農学部局の日平均気温を示した。この結果によると、各局の標高に応じて気温が支配されることは明らかである。各局における気温差は季節的な長期変動に対して、ほぼ平行して変化する傾向がある。しかしながら、2、3日の短期的変動に対しては、その温度差が必ずしも同調しないこともある。

なお、本観測結果の場合には、観測点間での標高差が大きいこと、また主に夏季の観測データであったことによって、気温の逆転現象は見られなかった。

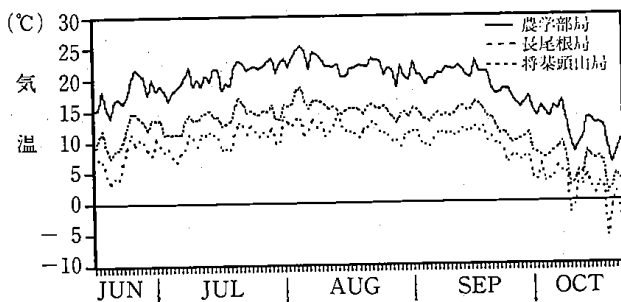


図3. 西駒演習林における日平均気温の変化

2) 日最高・日最低気温と地温

農学部局ならびに将基頭山局での日最高気温と日最低気温の較差、同様にこれらの各局での地温の較差を示すと、図4、5のとおりである。なお、地温は農学部局では地下10cmに、将基頭山局では地下30cmに埋設

している。

気温の日較差の場合には、農学部局、将基頭山局とも日々の較差は大きく変化しており、農学部局の方が将基頭山局よりも大きい値となることが一般的である。また、地温の日較差の場合には、埋設深が大きい将基頭山局の日較差が小さい。さらに、両局とも地温の日較差が気温のそれよりも小さくなるという常識的な結果を示した。

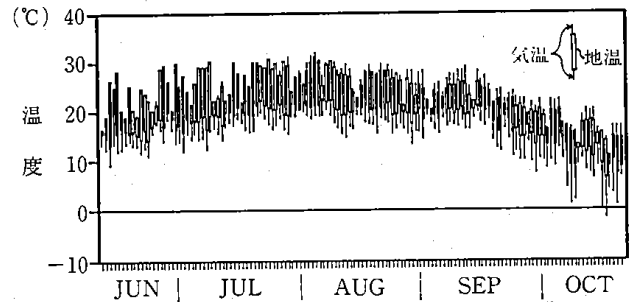


図4. 農学部局における気温及び地温の日較差の変化

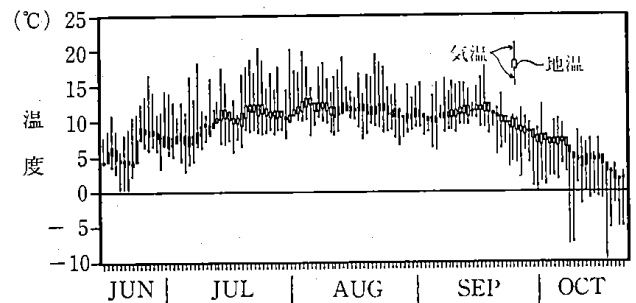


図5. 将基頭山局における気温及び地温の日較差の変化

3) 気温減率

気温は標高が高くなるにつれ低下することはよく知られている。すなわち、気温減率であり、その値として $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ が用いられる。ここでは、前述した日平均気温、日最高気温ならびに日最低気温から、それらの半旬平均値によって西駒演習林での気温減率を検討する。

図6、7、8は、日平均気温半旬平均値、日最高気温半旬平均値ならびに日最低気温半旬平均値について、農学部局、長尾根局ならびに将基頭山局のそれぞれの2局間での温度差を示した結果である。これらの結果によると、日平均気温半旬平均値を基準にした場合、農学部局と長尾根局間での日最高気温と日最低気温の温度差には、明らかな特徴が示されている。つまり、この2局間の場合、日最高気温の温度差は大きく、逆に日最低気温のそれはかなり小さい。

以上の結果を説明するため、各観測局の標高を用い

て、図に示した観測期間での気温減率の平均値を求めると、表2のとおりである。長尾根局と将基頭山局間での日最高気温、日平均気温ならびに日最低気温の減率がほぼ一定値(約0.5°C/100m)であるのに対して、農学部局と長尾根局間では日最高気温の減率が0.71°Cと最も大きく、日最低気温のそれが0.43°Cと最も小さい。同様な特徴は、農学部局と将基頭山局間でも見られるが、その変化幅は小さい。

このように最高気温に対する気温減率がやや大きく、最低気温の減率がやや小さくなるという特性は、直接的には大気温度、混合、水分状態等が関係していると考えられる。さらに、農学部局と長尾根局間の標高には発達した樹林帯が存在しており、このような地表面の状態が各種気温減率に間接的に影響を与えているものと推察される。

表2. 西駒演習林における平均、最高、最低気温の減率(°C/100m)

観測点	利用気温		
	日平均気温 半旬平均値	日最高気温 半旬平均値	日最低気温 半旬平均値
農学部局と 長尾根局間	0.58	0.71	0.43
長尾根局と 将基頭山局間	0.50	0.48	0.50
農学部局と 将基頭山局間	0.53	0.61	0.45

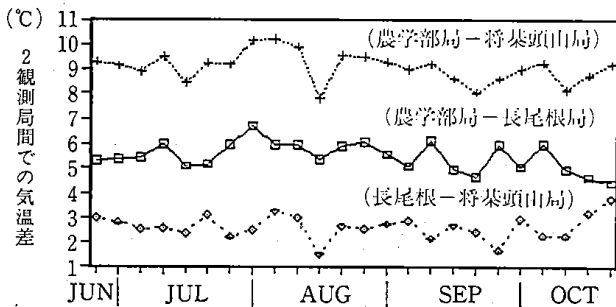


図6. 西駒演習林の設置標高の異なる観測局間での気温差(日平均気温半旬平均値、図中に示された2観測局での温度差を示す)

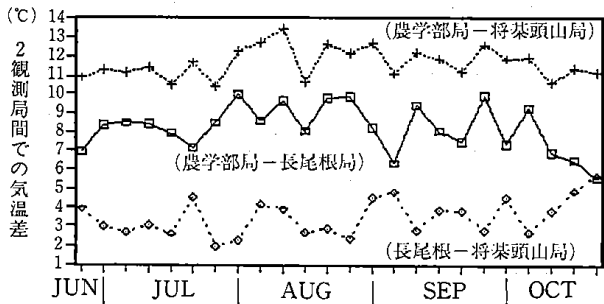


図7. 西駒演習林の設置標高の異なる観測局間での気温差(日最高気温半旬平均値)

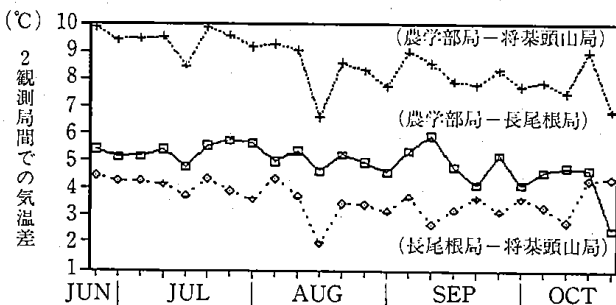


図8. 西駒演習林の設置標高の異なる観測局間での気温差(日最低気温半旬平均値)

3. 雨量特性

1) 半旬雨量と標高

西駒演習林の3つの観測局での半旬雨量の時間変化を示した結果は、図9のとおりである。各半旬雨量は、標高の低い農学部局に比べて他の2局が大きな値となっている。また、これらの雨量差は半旬雨量が大きい値となるほど、両者間の差が大きくなる傾向がある。

長尾根局と将基頭山局の雨量を比較すると、7月や9月には将基頭山局の方が、また6月や8月には長尾根局の方が、一般的に大きい値となった。これは、前線による集中豪雨、台風による大雨等の雨量総量そのものの相違、ならびにこれらの前線や台風の通過経路の相違が影響を与えた結果と考えられる。

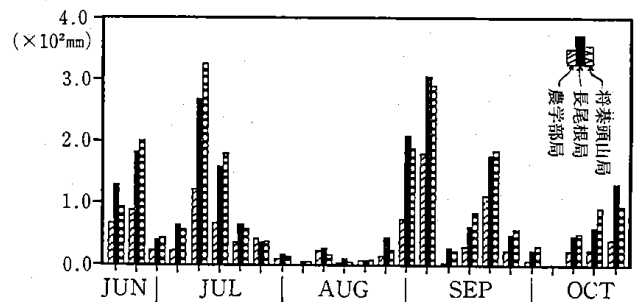


図9. 西駒演習林における半旬雨量の変化

2) 大雨の空間分布

図10は、西駒演習林近傍に位置する AMeDAS 観測点での資料¹⁾を含めて、7月9、10日の梅雨前線通過時の雨量の空間分布を示したものである。なお、この大雨は伊那市や木曾郡で大きな浸水や土砂崩壊の被害をもたらした。この結果によると、将基頭山局(中央アルプス稜線上)において、ピーク雨量が出現しており、雨量が観測点の位置や地形条件によって、多様に変化する状況を明確に示している。

以上の事例が示すように、AMeDAS 観測情報等との併用を行えば、局地の気象現象の解明のみならず、災害時の河川流出量の推定やその解析に際して、SUMIDA の資料が貴重な情報となる。

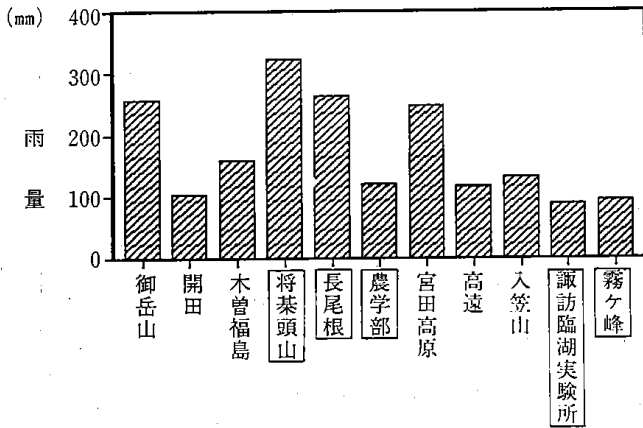


図10. 前線性集中豪雨時 (H.1.7.9~7.10) の雨量空間分布 (□は SUMIDA の観測データ)

4. 日射特性

半月平均の全天日射量を示すと、図11である。山岳中腹部に位置する長尾根局では、どの時期においても他の局の1/3程度の値にしか達していないことが特徴的である。これは、一般的よく知られているように、亜高山域では霧等の発生が多いこと、また本観測局は北斜面の樹林帯に位置し、周囲の地形や樹林の影響を受けたことによるものと考えられる。

農学部局と将基頭山局の場合を比べると、梅雨前線や台風の影響を受けた7月から8月では、将基頭山局が小さな日射量となっているが、気候が安定してきた9月以降になると、両局ではほぼ同量の日射量を得ている。

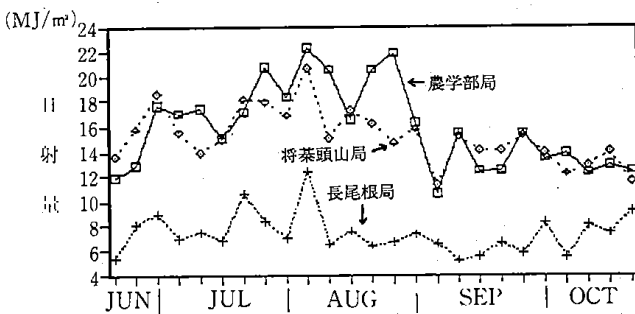


図11. 西駒演習林における半月平均全天日射量の変化

5. 気圧特性

図12には、将基頭山局での現地気圧の変化を示した。現地気圧には、大きな季節変動が示されており、夏季に比較的大きな気圧値となる傾向がある。このような大きな季節変動に対して、とくに勢力の大きな気団(高気圧、低気圧)の通過によって、気圧が比較的高い値

をとる期間、逆に比較的低い値をとる期間とが周期的に繰返す。さらに、これらの気圧変化に加えて、前線や台風の通過が、大きな気圧の谷として出現していることが特徴的である。

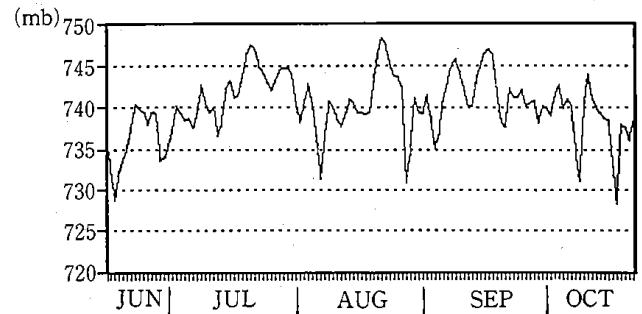


図12. 将基頭山局における現地気圧の変化

IV. あとがき

本研究では、昭和63年度において導入した山岳気象観測システム(SUMIDA)の概要を紹介した。さらに、本システムによって得た気象データに基づき西駒演習林でのいくつかの夏季山岳気象特性についての分析を試みた。この結果、いくつかの山岳気象学的に有益な気象データが得られたと考えられる。

現在、これらのデータ検証を進めると共に、現地調査などによって補足資料の収集を進めており、応用研究のための信頼できるデータ蓄積を進めていく予定である。

なお、今冬は本システムの導入初年度であり、初めての厳冬期山岳環境の中で部品の不具合によって、一部の局でデータ伝送の停止を余儀なくされた場合もある。しかしながら、補助記憶装置(メモリーカード)でのデータ取得を行っており、当初の計画通りの観測データの完全収集が実現されている。

今後、信頼度の高いデータ取得のためには、多雪期や雪解け期における観測装置の作動状況の監視や検討が重要である。同時に、研究応用上の分析のためのソフトウェア開発も重要な課題である。

謝 辞

本研究を行うに当たり、多くの関係機関ならびに担当者各位から、多大な御協力を賜った。とりわけ、気象庁からは深い御理解と格別の御協力を頂き、気象衛星の回線利用が可能となった。とくに、気象衛星室桜井晶調査官、気象衛星センター佐藤元保調査官を始めとする担当者各位の御指導と御協力に対して、心から謝辞を申し上げる。

星 川 和 俊

本システムの導入に当たっては、環境情報計測・データ管理システム技術審査委員の諸先生から有益な御助言を頂いた。とくに、松田松二先生、沖野外輝夫先生、宮崎敏孝先生には、技術審査から設置、運用に至るまで多大な御協力を頂いた。また、煩わしい事務手続き

を御支援頂いた教養部事務部、厳しい風雨の中での荷揚げと設置を手伝って頂いた山岳部諸兄、多くの技術上の問題を精力的に検討頂いた明星電気(株)の技術者の皆様、関係者各位に深謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 長野地方気象台：長野県気象月報 平成元年7月，(財)日本気象協会長野支部，(1989)