

いう方法で、グランドトルースがよく整えられていると、現行の方法（作物気象の手法および一筆調査的手法）に匹敵する結果が可能である。これの特徴は広域の状況を常時把握できる点である。水田地帯とくに熱帯アジアのそのグランドトルースの集積を急ぐ必要がある。

(3) 作物生産の動態監視網の確立

過密な人口をかかえた発展途上国では、作物生産の良否は国の政治・経済の根幹をゆるがす程に重要な問題である。それゆえ、進行過程にある作物生産の状況を適確に把握し、必要な措置を適切な時機に採用することが、国の安定的発展にとって不可欠である。しかし、対象地域の多くにおいて行政組織の不備が予想されるので、これに代わる方法の確立が必要である。次の2つが考えられる。

- a: サテライト監視網。東南アジア・東アジア諸国間で、耕地のグランドトルースを整備しながら、サテライトまたは高高度航空機による作物監視業務をテストする必要がある。
- b: 天気図解析法。対象とする多くの地域で、降水は農業生産を左右する最も重要な気象要素である。この量は天気図解析によってかなり定量的に推定でき

るので、天気図解析によって降水不足地帯（したがって作況不良）を明らかにすることができる。

(4) 気候資源の過剰・不足による被害の防止

作物の気象災害は気候資源量が作物にとっての好適範囲から一時的に外れることによってもたらされる。その外れの原因は、気候資源の過剰と不足である。これらから作物生産を守るために次のような方法が採用されている。

- a: 作物品種の開発。多くの努力によって優良品種が育成されているが、これをさらに発展させることが必要である。このためには、各地域に散在する各作物の遺伝資源を収集整理し、効果的に利用しなければならない。
- b: 気象災害防止法の確立。この第1は水利設備を含む農村基盤整備の実施である。このためには莫大な投資を必要とする。

色々討論された問題点を説明してきたが、これを通して流れるもう1つの重要な問題は、各国の間での研究活動および情報活動の緊密な交流である。本シンポジウムはその点では1つの役割を果たしたが、多くの国の困難な農業問題を解決するには、組織立った持続的な国際協力を地道に進めることが必要である。

551. 583. 14

2. 南アジア、東南アジア、東アジアにおける気候の変動*

吉野正敏**

1. まえがき

「最近の気候変動と食糧問題に関する国際シンポジウム」の第1日（10月4日）に、東アジア、モンスーンアジア、世界における気候の変動のテーマの下に提出された論文の概要を以下に述べる。そしていくつかの問題点としてまとめておきたい。

2. 報告された主要な気候変動の事実

2-1. 降水量

10月4日に提出された14編の論文のうち、その半分が降水量に関係していた事実からも、この地域においては、降水量が最も重要な気候要素であることがわかる。

山本武夫は日本における夏と冬の降水量の変動を報告

した。特に九州の冬の降水量は、その冬に先行する夏と秋の熱帯アジアとオーストラリアの気圧と密接な関連があることを示した。また、伊豆諸島の7月の降水量はスーダンのそれとよい相関がある。また、アスワンにおけるナイルの最高水位は1785～1835年の間に起こっており、これは日本における小氷期に一致している。この日本の小氷期には、冷湿な夏で、諏訪湖の結氷はそれ以前および以後の時代よりも早かったことが知られている。

H. K. Cho（韓国）は、降水量の永年変化について論じ、特に、1908～1975年の京城の年降水量は、1770～1907年に比較して、19.1%減少し、春と秋の降水量は38.0%、夏は9.5%減少していることを示した。10地点における永年の年降水量の変動からみると、1934年（インチョンと京城を除く）と、1956～1957年に主要なピークがあり、1939～1944年ごろに谷がある。京城におけ

* Climatic change in South, Southeast and East Asia.

** M.M. Yoshino, 筑波大学地球科学系.

る歴史時代の年降水量には明らかな変動周期が認められない。しかし、小さい変動は、1789, 1805, 1817~1821, 1828~1832, 1846~1847, 1877~1878年に小さい山があり、その後小さい谷がある。大きな谷は1886~1910年であった。これは荒川秀俊によって、京城の乾季として指摘されていたものである。また、京城の最近のデータからは、1924年と1969年にピークがあり、1936~1943年と1949~1950年に2つの小さな谷が認められた。このような変動は10~15年の周期としてみられる。88年あるいはそれ以上の周期は京城については明らかである。

S. E. Moon (韓国) は歴史時代の異常気象の発生回数について調査した。豪雨、豪雪、大旱魃、大降雹、異常暖冬、異常冷夏などの発生回数は、8世紀から17世紀の間には、次の4つの時代によく起こっている。すなわち、(i)740~850年、中心は800年。(ii)1080~1190年、中心は1130年。(iii)1310~1420年、中心は1380年。(iv)1580~1690年、中心は1630年。このような時期を「気候じょう乱期 (Disturbance Age)」と呼び、夏には冷湿、冬には温暖な時代であったと考えられる。この気候じょう乱期は110年の長さがあり、約250年の間隔をおいて出現している。Moonはこの時期には夏には北太平洋高気圧は比較的弱く、冬にはシベリア高気圧は弱かったと考えている。もしこの気候じょう乱期が250年の間隔をおいて出現するとすれば、1830~1940年(中心は1880年)にもあったはずである。事実、7月の降水量はこの期間に変動が大きかった。また Manley のイギリスの気温の記録からみると、1830~1940年の間は6月と7月の気温は低下しているし、1月の気温は上昇している。

H. Ch. Hu・J. T. Lim (マレーシア) はマレーシアとシンガポールの降水量には、約2年の周期があることを報告した。M. A. Rouf (バングラディッシュ) は湿度変化について報告し、ガンジス川の流量の影響が大きいことを示した。中島暢太郎は、フィリピン、ラオス、タイ、マレーシア、シンガポール、パキスタン、ビルマ、ネパール、インドの25地点の年降水量と月降水量の5年の移動平均値を分析し、その変動の地域差を論じた。また、それぞれの地域のシノプティックな条件と豪雨との関係を論じた。

土屋巖は赤道太平洋の乾燥帯(ペルー海岸から180°以西に連なる)における降水量の年々変動について研究した。オーシャン島とファニング島の降水量とインドにおける洪水と旱魃の長期変動には逆の関係が認められる。また、赤道偏西風、貿易風、赤道を越える気流のこれら

の変動に及ぼす影響について調べた。その結果、次のことがわかった。インド洋における異常に弱い南東貿易風はインド半島のモンスーン降雨を異常に少なくし、その反対に、南東貿易風が強い正常だと、インド半島のモンスーン降雨は正常か少なくとも旱魃の状態は少なくなる。

吉野正敏は、モンスーンアジアにおける降水量の永年変化の局地性について調べた。結論として、寒帯前線帯、ITCZ、北太平洋高気圧、オホーツク高気圧、シベリア高気圧の位置の偏りと強さの変化が、この地域における降水量の長期変動の地域差をもたらす原因と考えられることがわかった。

2-2. 気温

荒川秀俊は1953~1974年の地表から4000mまでの層の気温の長期変動を調べた。そうして、この期間には0.021°C/年の割合で気温が低下していることを示した。菅野三郎と増田富士雄は東アジアにおける地質時代の気温変動について報告した。5000~7500年BPはヒブシサーマル (Climatic optimum) と呼ばれ北海道は現在より約5°C暖かく、関東は約2°C、沖縄と台湾は0~1°C暖かかった。

H. Flohn (西ドイツ) は西ヨーロッパと中央ヨーロッパにおける気温と降水量の長期変動の記録から、最近の気候史の中で正常な時代と異常な時代とを考察した。また、インドや他の熱帯地域についても同じ考察をした。

山元龍三郎・岩嶋樹也・星合誠は、1951年から1972年まで世界の20°S以北の343地点における月平均地上気温について研究した。0.1~0.4°Cの負の偏差または気温低下が6ヵ月以上にわたって続いたのは1954年、1955/56年、1964年、1965/66年、1968/69年、1970/72年に発生した。緯度圏平均の変動率は高緯度で大きい。この中で、1.5°Cをこす気温低下の極大は、1958/59年と1965/66年に起こった。この2回の寒冷な時期の約2年前にはBazymianny と Agung の火山がそれぞれ爆発している。

2-3. 風, その他

関原疆他は館野における風速の長期傾向について報告し、その太陽活動との関係を論じた。1920年以來はパイロットバルーンによる観測値があり、1940年以降はラジオゾンデによる観測値がある。1950年以後に関する限り、冬の風速は、太陽黒点数が多い時に大で、少ない時に小さいということがわかった。

杉本豊と内田英治は太陽活動と地上の寒帯低気圧との

関係を論じた。物理的な過程を考察した後、1968年（太陽活動が極大の年）と1973年（太陽活動が極小の年）における太陽黒点数と地磁気の時系列のスペクトル分析を行なった。その結果、太陽活動によって生じ太陽黒点数の変化とよい相関を示す地磁気の変動が、気象的な変化をもたらす直接的な要因であるらしいことがわかった。たとえば、地磁気の変動から2～3日後に気圧の変化が起こっている。

3. 諸問題

以上、降水量、気温、風その他の長期変動に関して報告された諸現象をまとめると、次のようないくつかの問題が指摘されよう。

(1) 小氷期。日本においては、18世紀後半から19世紀前半は、小氷期であった。冬の平均気温は現在より1～2°C低かったと推定されている。問題点は、このような小氷期は、東南アジアにもあったのであろうか。この小氷期の南限はどこであったか。

(2) 近年における降水量の減少。京城では春と冬に特に明らかである。このような傾向は、モンスーンアジアの他の地域についても認められるか。この傾向の原因は何か。

(3) 韓国における降水量の1934年と1956/57年のピークと1939/44年の谷。このピークと谷は、日本における降水量の多い時期と少ない時期に対応している。同じような変動は東南アジアに一般的なのであろうか。この原因は太平洋寒帯前線帯の活動と関連があるのだろうか。

(4) 東アジアとヨーロッパの気候変動の相関。京城における1830～1940年の7月の降水量の変動は大きかっ

た。この時期はイギリスでは1月の気温は高く、6月と7月の気温は低かった。この2つの事実は、北半球における寒帯前線帯の活動が激しかったことと関連しているのではなからうか。この相関は、一般化してよいであろうか。

(5) ITCZ の位置と強さの永年変化。これについては、まったく研究されていない。将来、南アジアと東南アジアにおいて、これを研究する必要がある。

(6) Southern oscillation またはウォーカー循環の永年変化。太平洋地域におけるこのような循環に関連したいくつかの現象が南アジアや東南アジアにある。こういう現象をさらに多数見つけ出す必要があろう。

(7) 永年変化の局地性。モンスーンアジアの気象学、気候学、農業計画、水利用計画などに、この研究は極めて必要である。しかしながら、長年の観測資料が整っている地点が少ない。また、その資料を容易に利用できるようにする必要がある。

(8) 短期間のサイクルまたは変化。2～88年くらいの周期について、集中的に研究する必要がある。特に東南アジアについて必要である。また、東アジアや南アジアとその時代的・地域的な関係を示しておくことは、全世界の気候変化を理解する上に重要である。

4. あとがき

個々の論文については、1977年秋に英文で刊行されるプロシーディングを参照していただきたい。また、アブストラクトは Climatological Notes, Institute of Geoscience, Univ. of Tsukuba の No. 19 (1976) として刊行されているので、参考にしていただければ幸いである。

551. 509. 333; 551. 583. 14

3. 気候変動および穀物生産に関わるモデル化、

シミュレーションと予測*

朝 倉 正**

気候、気候変動と穀物生産との関係を研究する分野は2通りある。1つは同時的かつ診断的な分野で、従来の研究はほとんどこれに入る。もう1つの分野は予測に繋がるモデリング、あるいはシミュレーションで、これは近年芽生えつつある若い学問である。今回のシンポジウ

ムでは第3日目の午前中がこれにあてられ、5つの論文が発表された。

それらを分類すると、高倉(千葉大)と H. Van Kulen (インドネシア) は気候要素が穀物生産に及ぼす影響を論じ、朝倉・田中(気象庁) は太陽常数の変化が大気大循環に与える影響を量的に算出した。さらに、Reid A. Bryson (ウィスコンシン大学) はインドのモンスーン雨量、和田(函館海洋) は北日本における夏の超長期予測

* Modelling, simulation and prediction of the climatic change and crop production.

** T. Asakura, 気象庁長期予報課。