



# 天 気

1989年3月  
Vol. 36, No. 3

103 (中国のモンスーン)

## 中国季節風区の豪雨の水蒸気源

黄 必 選\*

### 1. はじめに

現代気象学では水蒸気を雲雨の生成の物質条件として、水循環という気候模型を提出した。つまり、海洋が大気に豊富な水蒸気を供給し、空中にて雲となり、それから、雲が大陸に移入して雨が降り、一部の雨は地面の流水になり、川へ流れ込んで海洋に帰る、というものである。そこで、このような模型に従って、(第1図)、人々は一つの地域の降雨について、海洋に一番豊富な水蒸気の源を捜す。したがって、中国季節風区の降水の水蒸気の出処は当然太平洋とインド洋であると認められる。しかし、実状はきわめて複雑であるから、近年国内と国外でも豪雨の水蒸気源について広汎な研究を展開し、かつまた豊かな成果を得たので報告したい。

### 2. 中国と日本、インドの季節風区

現在でも、世界の気象学者と地理学者たちは季節風が何であるかについてまだ一致した見方をとっていない。簡単に言えば、冬と夏にある地区の恒常風の方向がほと

んど逆転する現象を言う。これについて Hann (1908), Schick (1953), Khromov (1957), 高由禧等 (1962) が季節風の指数を別々に提出した。これらの指数は卓越風向のみで考えられていた。Ramage (1971) は風の強度標準を加えて、季節風区の概略図を考えた。それによると、季節風の範囲はおもにアジア・アフリカ・太平洋地区にあまねく及んでいる。

国内外の学者の中のある人は地上風と降水を結びつけ、季節風の定義が季節風区の乾燥冬季と湿潤夏季の気候状況と一致するとした(Conrad 1936; 張家成, 1983)。また、ある人は季節風区を緯度の気候帯に従って、熱帯季節風区と亜熱帯季節風区と温帯季節風区とに分類した。

本文で中国季節風区に着目し、またインド季節風区と日本季節風区を議論する(第2図)。

### 3. 中国季節風の豪雨の水蒸気源の研究の現状

我が国では最近豪雨の水蒸気源の研究について、広範囲の水蒸気場に着目し、雲系の活動と水蒸気の源を議論している。

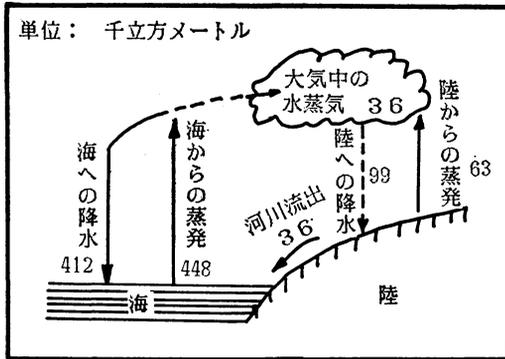
#### 3.1 水蒸気が低緯度帯の天気系統から来る

ある研究では、我が国北方の広い範囲の豪雨が、中緯度帯と低緯度帯天気系統の相互作用の結果であると主張した。この相互作用の中では、低緯度帯の系統が北方豪雨に及ぼす作用が主であって、特に低緯度帯系統が直接にあるいは間接に中・高緯度帯に水蒸気を輸送すると考えた。これらの研究ではまた、水蒸気の輸送は台風などの

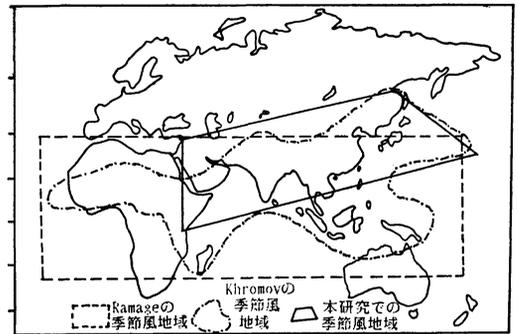
\* 中国四川省気象科学研究所

編集委員会注：中国から論文として投稿がありました。編者注：論文としてではなく、中国の人達の考え方を知らずという意味で解説として掲載します。日本語の表現については著者の表現を尊重して最少限の修正に留めました。参考文献など不備な点がありますが御了承下さい。

\*\* cloud cluster or disturbanceの意味であろう(編集委員会注)。



第1図 地球上における水循環  
 (「気象学基本原理」(王鵬飛, 1959) より)



第2図 アジア季節風地域の略図  
 (「Monsoon Meteorology」(Ramage, 1971) より)

低気圧系統から直接に持ってこられており、あるいは熱帯収束帯が比較的高い緯度帯にある時、台風が陸地に侵入し、台風による水蒸気の輸送作用が起き、豪雨の絶えまない水蒸気の供給源となると考えられる(包澄瀾等, 1981; 丁士晟, 1983)

3.2 水蒸気が雲系あるいは雲団\*\*から来る

ある研究者は西南気流はインド季節風の雲団を引き入れて、長江の中下流の域に到達して、連続的な豪雨を生成すると指摘した。又一部の人はベンガル湾の季節風雲系が北へ移動し、高原の渦巻と雲系と結合して、また西南気流と合流し、大量の水蒸気をあとからあとから続けて四川盆地に輸送すると主張した。総じてこのような研究は一般に衛星雲図を通して間接に、暴風雨と暴風雪の水蒸気の出処を分析しようとしたものである(趙少云, 1982; 俞燦福, 1982; など)。

3.3 水蒸気が海洋から来る

我が国季節風区の豪雨の水蒸気源について、大部分の研究では、ベンガル湾がとても重要な出所であると論及している。これは、夏に中国の大部分の地区が西南季節風に影響され、ベンガル湾がちょうど西南季節風のの上流地区にあるからで、これでベンガル湾を中国季節風区の豪雨の水蒸気源とするのは当たりまえのことであろう。しかしながら、ベンガル湾が中国の豪雨区の水蒸気輸入に実際には意味がないかも知れない。この問題について、著者はあとで議論をする。またある研究では、南中国海(南シナ海)が豪雨の重要な水蒸気源であると論及した。これは初夏に我が国の南方地区が太平洋高気圧南側の東南季節風の影響を受けるからである。またある文献は東

中国海(東シナ海)も水蒸気源の一つであると、同時に中国の黄海と渤海にも論及した。このほか大西洋と北水洋を言及するものもあって、これはおそらく冬の大雪を考えているのであろう。これは、本文の討論の範囲に属さない。

注意すべきことは、ある文献では豪雨の水蒸気の出処を暴風雨区に近くにあると考えた。例えば一つの研究では、ダム付近では水蒸気の近距離輸送量が大きく、作用が顕著であると指摘した。このほかの文献では、地表の加熱と湿度の増大する作用を重視しており、洞庭湖区が沿岸の空気に一定の加湿作用を起こすと論及した(徐景芳, 1979; 李正偉・李正琴, 1981)。南京気象学院の一編の論文は我が国の南方の「豪雨の水蒸気の出所」について専門的に分析しており、かなりの卓見がある。この論文では「初夏に中国の南方地区と日本の九州などの豪雨の水蒸気が、おもにその上空の偏西気流の上流地区から来る。これは昔からの見解である」。これは中国に対してベンガル湾地区であって、日本に対して東中国海であるということである。しかし近年以来、一部の人が水平方向の水蒸気のフラックス(flux)の発散を実際に計算してみると、総じて、そうではないことを発見した。その文章では我が国南方の豪雨区(直接的な)水蒸気出処が南中国海や、もっと南の海域であり、東中国海も少量の貢献があり、ベンガル湾に遠く溯ることができないと主張した。その論文はまた広州を例として、計算を通じて一つの水蒸気通路が存在して、約82%の水蒸気のフラックスが南中国海からこの通路を経由して豪雨区に輸送され、かつ18%の水蒸気のフラックスが近くの地面

の空気層から蒸発により補給されており、豪雨区の水蒸気の出処が近くにあると、豪雨区から数百キロメートルの処にしかないと説明した。ほかの一つの論文にも我が国の内陸及び高原域の水蒸気が、東中国海や南中国海と印度洋とベンガル湾から遠く来られるとはいえず、中国の西北地区の盛夏豪雨の水蒸気源が近くの四川盆地にあると論じた。もう一編は1980年の夏に中国の江淮地区の異常豪雨についての分析の文章で、中国南方の大陸上から雨区へ大量の水蒸気を輸入するとも論じた。指摘すべきことは、これらが皆かなりよい意見である、ということである。

一部の研究では上述の異なる水蒸気出処がつねに各層によって同時に存在しており、季節によって交代すると指摘した(朱乾根・周軍, 1981; 章淹, 1983; など)。

#### 4. 日本季節風区の水蒸気源の研究

Ramage の定義によれば、日本の北部は非季節風区であるべきである。しかし、Khromov と日本人の意見によると、日本の本土はほとんど季節風区の中にある。本文は日本人の見解によって日本列島全体の豪雨水蒸気出処の研究を簡単に紹介しよう。

##### 4.1 梅雨の水蒸気の輸送

###### (1) 極東大範囲地区の水蒸気の輸送

50年代に Flohn らが梅雨期の水蒸気の収支について、日本列島の近くでは東西方向の水蒸気の輸送量が大きく、つまり、中国大陸は日本の重要な水蒸気の供給出所であると推論したことがある (Flohn and Oeckel, 1956)。この見方について Murakami (1959) は、日本では梅雨の初期にもインド洋附近から吹き来る西南季節風が水蒸気の輸送に重要な作用を及ぼし、梅雨の末期に太平洋高気圧の西縁の迂回気流が実際に水蒸気を輸送すると考えた。村上は中国大陸の陸面から蒸発した水蒸気が日本に輸送されることがあると推論したが、同時に日本へ水蒸気を供給する重要な出処が熱帯と亜熱帯の太平洋海域にあると強調した。60年代の中期にいたって、ある文献は1964年の資料を用いて計算を通じて、中国大陸も日本降雨の水蒸気源だと呈示し、さらに南側から日本列島にはいる水蒸気の通量(フラックス)が大きいことを明らかにした。以後、Asakura (1971 a, b) がアジア季節風区及び北半球の水蒸気の輸送と出処についての研究により上述の意見を証明した。以上は皆極東地区に着目して作った大範囲の分析である。

###### (2) 梅雨前線付近の水蒸気の輸送

Matsumoto and Ninomiya (1971) は、中国大陸から前線帯に沿って日本へ流れる水蒸気が梅雨前線の降雨を維持していると簡単に言うことは正しくないと言及した。水蒸気通量 (moisture flux) の東西分量の発散を供給した上で、降雨を伴う水蒸気のシンクに対し供給するのは前線の南側から流れ込む巨大な水蒸気通量の南北分量である。これが実際の状況であるかどうか、彼等がさらに定量分析をして得た結論は、梅雨前線帯に沿って出現した大きな値の水蒸気通量と降雨量が皆前線帯の南側から流れ込んだ水蒸気通量で生成したのであるということである。Akiyama (1973) はこれと大体同じような結果を得た。

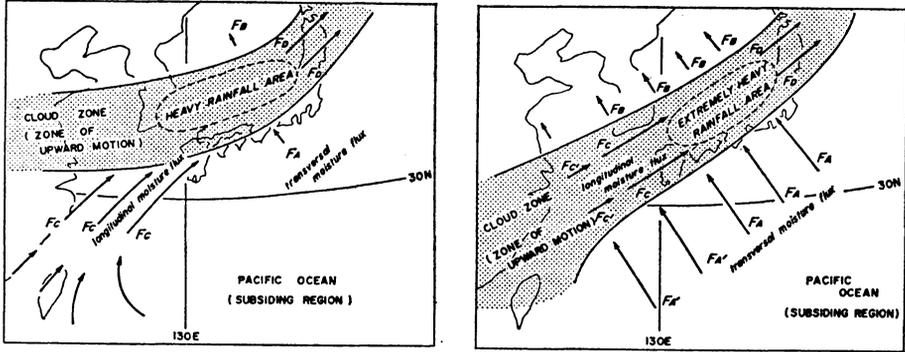
##### 4.2 豪雨の水蒸気の輸送

1975年にいたって、秋山は1972年6月29日から7月15日までの豪雨の水蒸気源では、前線帯に沿って流通した水蒸気のフラックスはあまり重要ではないが、前線帯に直交する方向の水蒸気フラックス(横方向分量)が非常に重要であると言っており、また水蒸気源として、太平洋上の太平洋高気圧の沈降作用のため雲量がやや少ない。高気圧区の西側に沿って、大量の水蒸気フラックスが梅雨前線帯へ流れ込み、逆に前線帯の西-西南方向に沿って来た水蒸気の輸送は主要ではないと指摘した(第3図)。

#### 5. インド季節風区の水蒸気源の研究

60年代の中期にビサロカ (1965) が国際インド洋考察隊の資料を利用して、一つの研究を行った。赤道気流による水蒸気のフラックスが、インドの西岸を越える水蒸気の通量より小さく、かつインドの西南季節風の運ぶ水蒸気の大部分がアラビア海面から来ると彼は指摘した。まもなく Ramage (1966) のもう一つの研究では、アラビア海を除いてベンガル湾がインド西岸雨水の軽視できない水蒸気源であると認めたが、60年代末から70年代中期にいたって、フンラター (1969) とラカウン等 (1975) はやはりインド西岸の雨量がケニア(赤道付近)の上空の低層赤道風の強風と関係があると認めた。ある分析(サハ, 1970) では、赤道を通過する水蒸気フラックスがインド西岸を通過するネットフラックス (net flux) の総量の60~80%を占めると説明している。彼はさらにアラビア海の赤道を越す水蒸気のフラックスが海面の蒸発量より30%大きいことを指摘した。

最近の研究では、西インド洋方面の赤道を越える水蒸気通量がインド洋全体の赤道を越える水蒸気の通量



第3図 (Akiyama, 1975) より

(a) Same as (b) related to the "heavy rainfall".

(b) Schematic, synoptic model representative of moisture flow related to the "extremely heavy rainfall" in the lower layer.

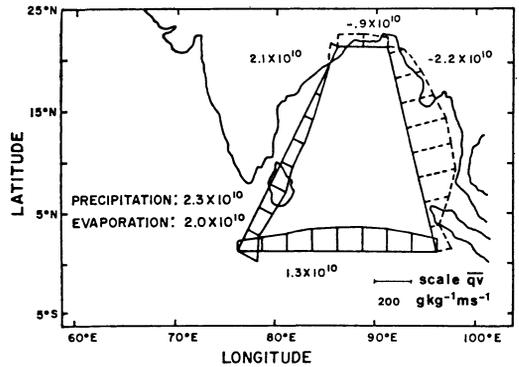
の (flux) 総量の半分を占めると認めた (Cadet and Reverdin, 1981). そのなかの水蒸気源の部分について簡単に紹介しよう。

5.1 アラビア海の水蒸気の収支

分析区の南境界が1.25°Nにあり、西境界が東アフリカ海岸に沿って延び、東境界がインド西岸と平行し、岸から約200~300kmである。この分析では速く大きな水蒸気の輸入通量が南境界の西部に出現したけれども、比較的大きな輸出通量がかえって東境界の北部に発生し、かつ東境界の総輸出量が南境界の輸入量より大きいことを示している。西境界を越える水蒸気通量は総じて言えば輸出である。このために、アラビア海の蒸発量が本地区の降雨の消耗のほか、インド西岸に供給される。言い換えれば、インドの西岸を越した西南気流の供給する水蒸気の70%が南半球から南境界を通して輸送されてきており、残った30%が分析区内のアラビア海からの蒸発量である。これはインド西岸の季節風降雨の水蒸気源がおもに赤道以南のインド洋であって、それからアラビア海の西部にあることを説明している。

5.2 ベンガル湾の水蒸気収支

南境界と西境界が全て水蒸気の輸入があり、最大の輸出量が東境界にあって、その値は南境界の輸入量の二倍に達する。言い換えれば大量の水蒸気がベンガル湾を越えて、ビルマ海岸へ輸送され、さらに大量の水蒸気がベンガル湾地区以南と以西から来る。これはビルマとタイに対して言えば、ベンガル湾が重要な水蒸気源でないことを意味する。この分析ではまたベンガル湾海面の蒸発



第4図 Water vapour budget over the Arabian Sea. Unit: metric ton day<sup>-1</sup>. July 1975. The surface water vapour flux ( $g\ kg^{-1}\ m\ s^{-1}$ ) at the grid points across the different boundaries and the scale of these fluxes are given. Solid lines indicate input fluxes whereas dashed lines refer to output fluxes. (Cadet and Reverdin, 1981) より.

量の75%以上は当地の天気的发展に消費されて、ただわずかな部分が東境界を越えてビルマ帯に輸送されることを示した (第4図)。

これは季節風期に、分析区内がよく曇っていて、降雨が豊富だからである。季節風の低気圧もよくベンガル湾を通過し、沿道に大量の雨が降る。つまり、ベンガル湾はこの時水蒸気のシンク (sink) であって、出処ではない。だから、インドの東部からビルマとタイ帯にわた

っての豪雨の水蒸気源がベンガル湾であると言うよりむしろ、アラビア海あるいは赤道以南のインド洋であると言った方がよい。

## 6. 中国季節風区の豪雨の水蒸気源についての浅見

筆者はいま中国季節風区の豪雨の水蒸気源について詳しい分析を行う。

### 6.1 遠洋の水蒸気の供給について

地球の表面では約3/4の面積が海洋である。前に述べたように、古今、人間はふつう海洋が雲と雨の「故郷」であると認めている。豪雨の水蒸気源と言えばよく付近の海洋をそれと認める。しかし、広漠とした海洋はけっしてところどころの降雨の水蒸気源になることができない。よく知られているウォーカー循環のように、海洋自身には水蒸気のソースがあるばかりでなく、水蒸気のシンクもある。中国の季節風区においては多くの人がよくベンガル湾を論及しているが、これは意義のある水蒸気源ではない。

まず夏に、その曇天と雨天が多く、そして海面の蒸発がおもに当地の天気と消費される。ベンガル湾を通過して東へ輸送される水蒸気の大部分はもっと遠いアラビア海の西部および南部インド洋から来る。前に述べたように、インド季節風区においても、ベンガル湾は重要な水蒸気源ではない。

そして、ベンガル湾を経由してから東へ移動して中国に到る水蒸気は途中ビルマのナカ山脈とタンパン高原及び中国の横断山脈に遇るのである。これには、チュンライ山と大・小涼山なども含んでいる。山は重畳して水蒸気輸送量の大部分を阻み、水蒸気輸送量の殆どを降水にする可能性もある。ベンガル湾およびその遠洋面の水蒸気が青蔵(チベット)高原以東地区に豪雨を供給すると言ったら、それは大きな問題になる。そのインドの方から吹いて来た西南季節風は、中南半島と横断山系を吹き越えてのちまた西南風の方向が保持してできるが、その携帯する水蒸気はたぶんベンガル湾およびその遠洋面から来たのではなく、改めて雲南・西藏・四川・貴州の地面蒸発から得た水蒸気であると想像できる。変性気団の原理からも理解しやすいように、その内陸に入った遠方の気流の携帯した水蒸気は千里以外の出処の水蒸気でないかもしれない。水蒸気と言うものは空気中のほかの成分と違って、障害に遇ると、空気に従って上昇して(垂直に上昇しても谷川に沿って上っても)、雲と雨に凝結して、近くに降る。

第三に、中国季節風区の豪雨をつくりあげた天気系統の約2/3は気圧の谷と風のシャーおよび梅雨前線が占めているが(ほかはおもに台風あるいは温帯低気圧と渦)、西南季節風の気流方向は一般にこのような豪雨の天気系と平行する。日本季節風区から豪雨を生ずる天気系に沿って、西南季節風から縦方向に輸送される水蒸気は豪雨をつくりあげる貢献に重要な位置を占めないことが分る。言い換えればベンガル湾より遠くの海面は中国における豪雨の重要な水蒸気源ではない。前に述べたように、低気圧または渦も豪雨にとってそれは重要な意義のある出所ではない。

こう言えば東南季節風はどうだろうか、同じような原理で海浜地区のほか我が国の豪雨は、おもに東南季節風が南海と東海および遠洋面から輸送されて来た水蒸気ではなく、たぶん雲貴高原と南部中国の川と湖及び森林と農作物などの陸面から蒸発した水蒸気によって供給されることが分かる。東南季節風の盛んな時、ある地方ではちようど太平洋の亜熱帯高気圧の下にあり熱く日照りであっても、ある地方では台風や東風波動の影響のため大量の雨水を得ている。これには、台風が上陸して消滅してから残った雲系と水蒸気をつくりあげられた降雨も含んでいる。これに一般的に言えば東南風の卓越するのが我が国の梅雨の終りの標示である。いわゆる「三時已過黄梅雨，万里初来舶棹風」(薛軾詩)、「舶棹風雲起，早魁深歎喜」(ことわざ)。このため簡単には、東南季節風が水蒸気を輸送する作用を強調できない。はっきりと言えば東南季節風はまず太平洋高気圧内の陸面蒸発した水蒸気を豪雨区に輸送する。つまり陸地は豪雨区の主要な水蒸気の源であって、南海と東海及び遠洋面はただ補佐する水蒸気の出所である(6.4 豪雨区と干ばつ区参照)。

ついで注意すべきことは、遠洋の水蒸気供給の問題についてである。例えば四川盆地は海洋に到るもっとも近い距離が平均1000 km程度である。人間はふつう強風帯(ある人は「急流」または「ジェット気流」と呼ぶ)が水蒸気の最大輸送帯だと認める。これで風速8~10 m/secあるいは35 km/hr位と計算すれば海浜から四川に到る水蒸気は約30時間ぐらゐの時間がかかるはずである。遠方海洋の水蒸気がまだ到達していないのに、内陸の短い豪雨過程がもう開始して、ひどい時には完全に終わっているというような感慨を免れ得ない。また水蒸気の輸送速度は空気の流れの移動する速度よりややおそく、水蒸気の凝結物(雲と降水)を反映するレーダーエコーは研究によって、その移動速度がつねに同じ高さの気流

速度の75%程度である。

以上はとうぜんのことながら海洋が陸地の降雨に水蒸気を供給する作用を完全には否定しない。ここでよく説明すべきことは、中国季節風区に陸面蒸発が豪雨の主要な水蒸気源であって、海洋はただある程度違った程度で補充する出所の作用であるということである。

## 6.2 陸面蒸発について

水循環のモードから(第1図)全地球の海面の蒸発総量は  $448 \times 10^6 \text{m}^3$  に達するが、その近くの海上の降雨に消耗される水蒸気がすでに  $412 \times 10^6 \text{m}^3$  である。残った  $36 \times 10^6 \text{m}^3$  の水蒸気が大陸上空に輸送されて、陸上降雨を供給する。しかし、陸地自身の蒸発した水蒸気はむしろ  $63 \times 10^6 \text{m}^3$  である。こう言えば陸地降雨の水蒸気の源は2/3程度が陸面の蒸発から来て、1/3程度が海面の蒸発から来ることになる。このため、全体の水循環からみると、陸面蒸発による降雨の水蒸気源の作用に対して、軽視したり、あるいは見積りが不足したら、誤りになる。

中国季節風区を具体的に言うと、夏に高温多雨で、陸面蒸発する潜在力が非常に大きく、その区は降雨の水蒸気源として、もっとも実際の意義にとんでいる。例えば全国の湖の総面積は  $3 \times 10^4 \text{km}^2$  で、内陸の湖の水量が多くは湖の表面蒸発として消費された。これはなんと巨大な数量であろう。全国の沼の総面積は  $1 \times 10^7$  公頃(アークまたは arc)に達するが、沼地の地表はつねに過湿で、あるいは薄い水たまりがあつてかつ水生植物が多数生育し、供給できる蒸発量がふつう沼地の蒸発量の二倍または三倍に達する。全国ではまた少なくない原始森林区があつて、面積の広い地域に青い植物のカバリングがあつて、皆蒸発と蒸散を通じて、大気の水蒸気を提供する重要な出所である。

要するに、中国季節風区に対して、海洋は必ずしも重要な水蒸気源ではない。陸地は必ずしも重要な水蒸気源でないとは限らない。極言すれば、陸面は豪雨の最も重要な供給水蒸気の源であろう。

## 6.3 青藏高原の雪原と氷河など

我が国の西部は青藏高原を包括して、現在、氷河の総面積が約  $5700 \text{km}^2$  で、 $22 \times 10^5 \text{km}^2$  の広い地域上に散在している。もしパミール高原を加えればその規模はかなり大きなものである。青藏高原上には面積  $3 \times 10^4 \text{km}^2$  の湖があつて、盤上の基石のように分布している。氷河の総貯水量は  $3 \times 10^{12} \text{m}^3$  に達した。年平均融水量は  $5 \times 10^{10} \text{m}^3$  以上である。青藏高原は低い緯度に位置する

ため、高原上の雪原と氷河と湖は降水に提供できる水蒸気が特に夏に非常に大きいものである。更に言うと高原上の雪原、氷河、湖は本地域と東隣地区の降水の水蒸気源とする作用が本当にとっても重要な意義がある。これは高原上空の空気が特殊な性質を持っているため、雪原気団を形成できることによる。もし中国季節風区を熱帯季節風気候と亜熱帯季節風気候と温帯季節風気候と分ければ、青藏高原は独特の「高原(雪原)季節風気候」に属すべきである。

低い緯度帯にある青藏高原の氷雪面蒸発はもっと大きいであろう。改めて融水と湖の氷面蒸発量を加えて、青藏高原が夏に大気に提供する水蒸気量は少なくないはずであろう(同じ高度上の自由大気と比べて言うと)。

しかし、高原の雪と氷の提供した水蒸気はその特殊な形式とメカニズムがあるべきで、これで降雨を促成する。これは一つ専門に検討する価値のある課題である。これに対して、筆者は以下の仮説と想像を指摘しようと試みた。

(1) Akiyama (1975) は大豪雨の時に低層の水蒸気の通量収束がやや大きく、その値の約半分が垂直に高層に輸送され、気層全体が(地面から  $400 \text{hPa}$  まで)潜熱シンク(apparent moisture sink)となる。すると雲が厚くなって降水が強くなる。このために高原に提供した水蒸気の通量収束は、東隣地区の低層大気にやや強い潜熱シンクがある状況で、水平輸送の形式を通じて直接に高層大気の潜熱シンクを増強させて、全層の潜熱シンクの厚さを延ばして、豪雨を生産して強くさせる。

(2) 高原の水蒸気は東へ輸送される過程で、空に浮かんでいる各種の凝結物を形成して、ゆっくりと低層に降って蒸発し、再び低層水蒸気を垂直上方へ輸送する隊列に加入し、それから豪雨を発生しやすい水蒸気通量の垂直分布を形成する。

降水(特に豪雨)天気を生産するためには、水蒸気条件のほかに空気の一定の上昇運動が必要である。だから上に述べた二種類の想像は前の一種が大体降雨のある情況に合い、そして降雨を促成して豪雨となる。あとの一種が豪雨の出現する前の長い時間の情況と合うかもしれない。

要するに青藏高原の大面积の雪原や氷河および湖の水蒸気は東隣地区の豪雨の貢献には比較的間接であろうが、やはり重要である。この条件は世界上のどの地方でも備えていなく、たしかに専門の科学試験と研究を進行する価値がある。

#### 6.4 豪雨区と干ばつ区

Ninomiya and Akiyama (1980) の論文では湿舌両側に乾燥区が出現する事実があると論及した。そして湿区に上昇気流、乾燥区に沈降気流があり、二つの中に鉛直環流が存在すると暗示した。それから豪雨区の尺度と水蒸気の関係話を話した時は、豪雨区より一つオーダーの大きい範囲の中に水蒸気の通量発散はただ降雨量の半分を満足し、ほかの半分は豪雨区以外の水蒸気の減少量で補給されなければならないとさらに指摘した。つまり付近の乾燥区内の陸面の蒸発で補給するのが必要である。

Asakura (1980) の一つの文章に良い説がある。つまり干ばつは大気中の水分の分配である。一地方が日照りなら、その水分はほかのところに分配される。例えばある地方では一日に数百 mm の雨が降る。どこからその水分を供給するのか？必ず周囲の水蒸気の富んだ空気を集めてきた。要するに広域の水蒸気は局部に集まり、豪雨区と干ばつ区が同時に存在する特性は大気の一種の特性である。

筆者は乾燥区が豪雨の重要な水蒸気源とするのは実際に合うと認めた。特に中国季節風区の初夏の梅雨帯はつねに華南の亜熱帯高気圧区および華北の亜極地高気圧区と密接に相関して、二つの高気圧で熱晴天となり、皆水蒸気をあとからつづいて梅雨区へと輸送して、その中に中国南部の水蒸気の補給がおもである。四川盆地の夏伏天の西泥濘東乾旱の状況は実は川東の乾燥区の水蒸気がつづいて川西に輸送して豪雨となる。これは水蒸気収支上、「東の水を西へ調達した」ということであるかもしれない。

#### 7. あとがき

本文は「アジア季節風区の水蒸気出所の研究を批評紹介」の一つの補充である。筆者は国内の水蒸気収支分析についての文献に対して比較的綿密な考察を行ったが、そこから得たおもな推論は以下である。

(1) インド季節風区の前雨の水蒸気源はアラビア海の西部および赤道以南のインド洋面である。ベンガル湾は一つの意義のある水蒸気源ではなく、それ自身の海面蒸発はおもに当地の降雨に消耗され、ただ少量が東のビルマに輸送されるが、その水蒸気源はやはりおもにアラビア海及び南インド洋である。

(2) 中国季節風区に対し、海浜では西太平洋（中国の東海と南海）方面から水蒸気が供給されること以外に、

大部分の地区ではおもに豊富な陸面蒸発（地表水蒸発）から水蒸気が提供される。高原の雪原と氷河は大気の水蒸気を提供して、高原の降雨降雪の需要を供給できるし、特殊なメカニズムを通じて東隣地区に豪雨の水蒸気源となることができる。ベンガル湾及び以遠の海面は中国季節風区の水蒸気輸送にあまり実際の意義がない。

(3) 日本季節風区の水蒸気源はおもに太平洋にあって、夏には亜熱帯高気圧西縁の回流で輸送される。

(4) アジア季節風区全体に無雨区は豪雨区に大量の水蒸気を提供できる。この特長は幅広く草木が茂っている中国季節風区にとっても顕著で、水蒸気収支の観点からは、江淮流域の「南の水を北に調達した」ことになり、長江中・上流地区（四川盆地を包括する）では「東の水を西へ調達した」ということになる。

#### 参考文献

- Akiyama, T., 1973: The large-scale aspects of the characteristic features of the Baiu front. *Pap. Met. Geoph.*, 24, 157-188.
- , 1975: Southerly transversal moisture flux into the extremely heavy rainfall zone in the Baiu season. *J. Met. Soc. Japan*, 53, 304-316.
- Asakura, T., 1971 a: Transport and source of water vapor in the northern hemisphere and monsoon Asia. *Water Balance of Monsoon Asia*. Univ. Tokyo Press., pp. 27-51.
- , 1971 b: Distribution and variation of cloudiness and precipitable water during the rainy season over monsoon Asia. *Univ. Tokyo Press.*, pp. 131-151.
- Cadet, D. and G. Reverdin, 1981: Water Vapour Transport over the Indian Ocean during Summer 1975. *Tellus*, 33, 476-487.
- Conrad, V., 1936: Die Klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von Terrestrischen Einflüssen, *Handbuch der Klimatologie*, Vol. 1.
- Folhn, H. and H. Oeckel, 1956: Water vapor flux during the summer rains over Japan and Korea. *Geoph. Mag.*, 27, 527-532.
- Hann, J., 1908: *Handbuch der Klimatologie*, Vol. 1.
- Khromov, S.P., 1951: Die Geographische Verarbeitung der Monsune, *Petermanns Geogr. Mitt.*, 101, 234-237.
- Matsumoto, S. and K. Ninomiya, 1971: On the mesoscale and medium-scale structure of a cold front and the relevant vertical circulation. *J. Met. Soc. Japan*, 49, 648-662.
- Murakami, T., 1959: The general circulation and

- water-vapor balance over the Far East during the rainy season. Geoph. Mag., 29, 131-171.
- Ramage, C.S., 1971: Monsoon Meteorology, Academic Press, pp. 1-10.
- Schick, M., 1953: Die Geographische Verarbeitung des Monsuns, Nova Acta Leopoldina, 16, No. 12.
- 高 由禧等, 1962: 東亞季風の若干問題, 科学出版社.
- 張 家成, 1983: 季風 (気象知識叢書), 気象出版社.
- 包 澄潤等, 1981: 暴雨の分析と予報, 農業出版社.
- 丁 士晟, 1983: 北方暴雨分析及予報研究総結, 暴

- 雨分析予報方法文献先編.
- 趙 少云, 1982: 梅雨期内一次連続暴雨の雲図分析, 学术交流材料.
- 俞 燦福, 等, 1982: (四川盆地1971年) 7.13. 特大暴雨過程の雲図分析, 自江淮暴雨文献.
- 徐 景芳, 1979: 梅雨期暴雨の水汽分析. 学术交流材料.
- 李 正偉, 李 玉琴, 1981: 青山橋特大暴雨過程分析, 江淮暴雨文献.
- 朱 乾根, 周 軍, 1981: 暴雨の水汽源地, 華南前汛期暴雨文集, 気象出版社.
- 章 淹, 1983: 1980年夏我国江淮地区的異常大雨, 地形对暴雨の影響文集.

---

## 国際シンポジウム「Assimilation of Observations in Meteorology and Oceanography」開催のお知らせ

主催: WMO 主催

場所: フランス, Clermont-Ferrand

期間: 1990年7月9日~13日

申し込み方法その他は学会事務局まで

---

### 講演企画委員会からのお知らせ

#### 「スペシャル・セッション」のテーマ募集

来たる秋季大会 (11月7~9日, 那覇) における「スペシャル・セッション」について, 下記の要領でテーマと呼びかけ人を募集します。テーマや申込総数によっては講演企画委員会で調整をする場合もあり得ますので, ご了承ください。なお, シンポジウムのテーマとしては台風関係が予想されています。

- 記入事項: 1. セッションのテーマ  
2. 趣旨説明 (400字程度)

#### 3. 呼びかけ人およびその連絡先

以上は秋季大会告示の際に「天気」6月号に掲載されます。

申込先: 〒305 茨城県つくば市長峰1-1

気象研究所 予報研究部内  
講演企画委員会 (藤部文昭)

申込期限: 平成元年5月31日 (水) 必着