

渇水の気候学的研究

中 島 暢 太 郎

CLIMATOLOGICAL STUDY OF DROUGHT

By *Chotaro* NAKAJIMA

Synopsis

Definition of drought must be considered from both meteorological and economical point of views. History of the change of the character of disasters by drought, and the local variation of the character of drought are described.

The typical pressure patterns favourable for the occurrence of drought are shown using the example of the drought in the warmer season of 1973 in Japan.

Climatological consideration of drought are made using the many examples in the world. Drought frequently occurs along the boundary between dry and wet areas. This boundary line moves north or southward by the climatic change, and severe drought occurs near this line.

1. 渇水の定義とその歴史的、地理的考察

日本は東南アジア各国と同様、降水量に恵まれ、湿潤アジアの中にあり、古来、農業は米作を主として来た。したがって梅雨期に雨が降らないと人民は致命的な打撃を受けた。一方、日本の北部は気温からみて、米作の北限に近いので、夏の異常低温はまた深刻な問題であった。したがって、日本の災害の歴史を振り返って見ると、地震や洪水は局所的な被害を生ずる場合が多いが、干ばつと冷害とは広域の経済的災害として多くの悲惨な事例が伝えられている。

しかし、近年になって、灌漑、利水の近代化、作物品種の改良、農薬の発達などによって干ばつ災害の性格は次第に変わって来た。すなわち、「干ばつに不作なし」という言葉もあるくらいで、日照は充分にあるから、水さえ引いてくれば豊作となり、また昔のように経済流通機構が悪い時代には、干ばつに襲われた地方では全く食べるものが無くなり、死を待つのみであったが、現在では全国的な食糧配給組織や救済組織が出来ているので、「干ばつすなわち死」ということは無くなった。

一方、最近の著しい人口増加、都市化、工業化などによって、水資源の不足は農業だけの問題ではなくなり、飲料水、工業用水、水力発電用水などいろいろな用途の水が不足するようになり、さらには、河川、湖などの低水時における自然浄化能力の低下による水質汚濁の問題も新しく登場して来た。

米作が国民経済の中心であった時代には、渇水といえば田植時の水不足であり、渇水というよりは干ばつという言葉がぴったりしていたが、現在では水資源不足の問題は年中起る可能性が出て来た。渇水という災害は、風水害のように人命にかかわる瞬間的な災害というよりは、長期的、経済的な災害である。したがって純粋に気象学的に定義することは困難である。むしろ、農業問題か工業問題かというように対象とする事柄によって災害となったりならなくなったりする。たとえば、水力発電用水の場合、春の雪だけの水が多量に供給されるような場合には降水が少なくても電力の渇水は生じない。電力用水の場合はかなり長期計画によって水資源の活用をはかっているが、逆に天気長期予報がはずれたり、その予報の利用法を誤まったりして、ダムの操作を誤まったり、火力と水力の計画のバランスが失われたような場合には人災的な性格をもった電力用水の不足が生ずることさえある。

上述のように渇水は単に気象学的な問題でなく、それぞれの地方の環境を支配するいろいろな要素と密接な関係があるが、特に地下水とは密接な関係を持っている。瀬戸内海や南西諸島のような小さい島島では地下水保持能力が弱いため、特に渇水による災害が大きくなる。さらに土壌中の水の浸透能力と深い関係があり、宮古島のような例では、平年降水量は決して少なくないが、地表にはほとんど川は存在せず、ポーラスな地面を通して降水はすみやかに地中深く入ってしまい、また地中での淡水と海水の混合が盛であるために、渇水時に汲み上げた地下水は塩分含有量が多く、島民は高血圧に悩まされている。

一方沙漠地方でもオアシスがあったりして、ところどころで地下水を汲み上げることが出来る。この地下水がどこから来るものであるかについては未だわかっていないことが多いが、沙漠地方の地下浅いところに粘土層など不透水層があって、地下水はかなり遠いところから地下水位の低いところへ向って流れているという説がある。後述のように沙漠地方の近くには多雨帯がきわめて接近して存在することがある。チリーのアタカマ沙漠などでは東側のアンデス山脈の水河から地下水の供給を受けているし、カラコルム付近の水河もまた西方の沙漠に地下水を供給している。このような地下水の流動説に対して地中ダムとしての地下水の役割を強く主張する理論もある。沙漠といえども年中雨が降らないということではなくて一時的にはかなりの雨が降る場所もあり、また数年間年降水量がゼロで10年目ぐらいにかなりの雨が降るという例はどこの沙漠にも多い。さ

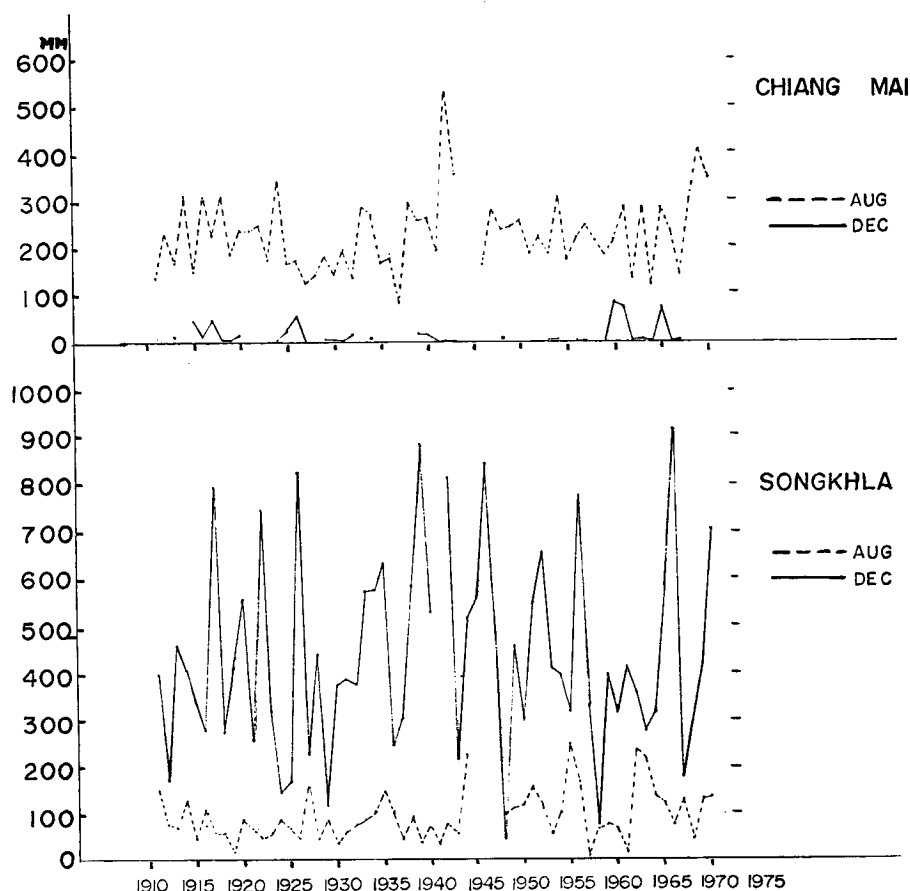


Fig. 1 The amounts of the precipitation in August and December at Chiang Mai and Songkhla in Thailand from 1911 to 1970.

らにもっと長周期になって、小氷期と間氷期のくりかえしのような気候変動によって乾燥域と湿潤域の境界は大きく移動する。したがって現在の砂漠の地下にも数十年から数千年前の水が地下ダムとして残留していて水資源として役に立つ場合がある。このように考えて来ると、渇水を考える場合の気候学的資料は平年の月平均降水量だけでは不十分で、その変動度を考慮すべきである。如何に降雨の年による変動が大きいかを示すためにタイ国の北部にある CHIANG MAI とタイ国南端のマレー半島の東岸にある SONGKHLA の8月と12月の月降水量の1911年から1970年までの値をグラフで示したのが Fig. 1 である。CHIANG MAI は年降水量は少ないが夏の南西モンスーン期が雨期に当る。一方 SONGKHLA は年降水量が多く、冬期の北東モンスーン期が雨期となっている。このように同一国内でも降水型式は全く異なり、特に SONGKHLA のようなところでは年による降水量の変動が図に見られるように驚くほど著しい。これは冬期の北東モンスーンの軸の位置とその走向によるのであって、風上側のインドシナ半島によってモンスーンがさえぎられるかどうかという微妙な変化がこのような烈しい短周期の気候変動を生じているのである。

このように平年値の気候表だけで渇水を定義することは問題があるが、手近な気候表からある種の目安を得ることもまた必要なことがある。渇水現象は乾燥地域の境界付近で問題になることが多いから、まず乾燥地域の定義についても考える必要がある。ユネスコによって1951年に開始され1962年に終了した乾燥地帯計画の報告書の中で P. Meigs は乾燥地域の世界中の分布図を画いているが、乾燥度を区別しないもっとも簡単な分布図では年降水量 250 mm 以下の地域を乾燥地帯と定義している。有名な Köppen の気候分類では r を年降水量 (mm), t を年平均気温 ($^{\circ}\text{C}$) として、一年中等雨地帯では $r > 2(t+7)$ 、夏に多雨地帯では $r > 2(t+14)$ 、冬に多雨地帯では $r > 2t$ の場合を乾燥気候とし、さらに降水量がこれの半分以下の場合を沙漠気候 (BW)、そうでない場合をステップ気候 (BS) とした。これに対して J. Thornthwaite は蒸発量の重要なことを指摘して、降水量と蒸発量の比を乾燥度の定義とすべきことを主張した。沙漠地帯では降水がないのに蒸発が盛んで、地球大気の水蒸気供給源の重要な役割を果たしているところがあり、その水分はどこから補給されているかが問題となっている。その他沙漠や乾燥地域の定義のために乾燥度指数を定義する方法や大気中の気塊の分類を用いる方法があり、さらに植物を指標とするものもある。

前出の Meigs はユネスコの報告書の中で乾燥地域を細分して、降水量の他に気温を考慮して次のように分類した。

1. 極乾燥地域： 年中降雨の無いところで、完全な沙漠といえる。極暑（サハラ）、温暖（アタカマ）、寒冷（タクラマカン）に分類される。
2. 乾燥地域： 年に1月以上降雨のあるところで、サバンナもこれに入れる。雨期が何月にあるかと気温で細分する。
3. 半乾燥地域： 季節的に偏るが、年降水量が 100～200 mm あるもので、やはり雨期がいつかということと気温で細分する。

さて渇水の定義に戻って、日本で気候学的にもっともよく用いられているパラメータとしては月降水量の平年比と無降水継続日数とがある。前者は相対値を重視しているという特色があり、60%以下では干ばつの兆候が出はじめ、30%以下ではかなりの被害が出るというような大体の目安も用いられる場合がある。後者については日降水量何 mm 以下を無降水日とするかという問題がある。まず雨量計の側からいうと、かつて気象庁は 0.1 mm 単位で降水量測定を行っていたので、無降水継続日数を 0.1 mm 以下の日の数として定義していた。しかし1968年1月1日から気象庁では 0.5 mm 単位で自記記録によって降水量をはかることとなったので、0.5 mm 未満の日を無降水日として計算することは容易であるが、0.1 mm 以下の日を数えることはきわめて困難となった。

しかし問題はそれだけでなく、渇水の定義として何 mm を基準にすべきかということがより重要である。これは何を対象とするか、すなわち米作の問題か、飲料水か電力かによって異なる。1 mm をとる場合や 5 mm をとる場合あるいは1インチをとる場合などがある。あるいは5日とか10日間の降水量が何 mm 以下の継続日数をとる方が実用的である場合もある。

渇水の起りやすいところは年降水量の少ないところと一致するかということを知る一つの目安として、1963年に気象庁が発行した「観測開始以来の極値および順位表」によって各地の値を **Table 1** に示した。この表は無降水継続日数の記録の大きい地点から順にならべて書いてあるが、括弧内にその地点の平年の年降水量が書いてある。この表からわかるように、無降水継続日数の長い記録を持っているところが年降水量が少ないとは限らない。宮崎、高知などは多雨地としても有名であるが、無降水継続日数の記録の方も上位にある。また、北海道はどちらの値も小さい。

Table 1. Extreme values of the number of days without continuous precipitation at various places (with the amounts of the annual precipitation).

Maebashi	71 (1246 mm)	Osaka	47 (1359 mm)	Fukuoka	32 (1703 mm)
Kofu	69 (1207 mm)	Tsu	45 (1704 mm)	Sendai	31 (1232 mm)
Kochi	63 (2646 mm)	Hiroshima	44 (1596 mm)	Tottori	29 (2036 mm)
Miyazaki	56 (2571 mm)	Nagoya	40 (1546 mm)	Sapporo	28 (1136 mm)
Tokyo	50 (1563 mm)	Aomori	33 (1300 mm)	Toyama	27 (2370 mm)
Mito	47 (1396 mm)	Takamatsu	32 (1242 mm)	Kyoto	21 (1579 mm)

このような長期の無降水継続日数がどのような季節に現われるかを調べてみると、太平洋側では7, 8月が多く、平年の多雨季と一致している。ついで11, 12月に多く、これは平年の乾季と大体一致している。春、秋には目立った無降水継続記録はない。しかし湿度や実効湿度が低くなり異常乾燥注意報がもっとも出やすいのは4月であり、無降水継続と湿度との間には必ずしも簡単な関係はない。

2. 渇水時の気圧配置

日本で普通渇水の被害が出るのは、雨らしい雨が数十日にわたって降らない場合である。このような場合には大気循環中にブロッキング現象のような大規模の異常が存在することが必要である。また渇水が数十日もつづいた後、被害を解消するためには1 mm や 2 mm の雨では役に立たない。暖候期の渇水では台風の襲来によって渇水が解消される場合が多い。台風が来なくても、上層気圧パターンに著しいトラフが出現して、はっきりした低気圧や前線が出現することが必要である。このように、渇水が成立する条件と解消する条件とはある程度分離して考えた方が便利である。

良く知られているように、日本付近は中緯度でもジェット気流の強いところで、この気流の軸に沿って低気圧が東進する。また、このジェット気流の軸は冬は南下し、夏は北上する。このジェット気流の南北移動に従って、その南側に位置する亜熱帯高気圧も南北に移動する。しかし年によってその南北移動の状況が異なり、ある年には盛夏にジェット気流軸はるか日本海の北方に移動し、日本は東西に帯状にのびる高圧帯に長期にわたっておおわれてしまう。このような場合には、かなり全国的な渇水が起り得る。

この型とは別に、日本の一部特に西日本だけが渇水型となる場合がある。このような場合は日本付近でジェット気流の蛇行が著しく、西日本が気圧の峯、日本の東海上が気圧の谷になっている。地上天気図ではこのような場合には太平洋高気圧が日本の東側で分断され、西日本から東支那海にかけて小さいが停滞性的高気圧が見られる。このように分断されているため広域の地上天気図ではむしろ太平洋高気圧が弱っているように見える。この場合、北日本は冷害、西日本は猛暑渇水型で、その境界にあたる中部地方では冷気と暖気との境で安定度が低下し雷雨多発型となる。さらにこの付近ではジェット気流の走向が北西から南東へ向うため日本海側の北陸地方で豪雨が起りやすい。太平洋上の亜熱帯高気圧は地表天気図では夏にはハワイ付近でもっとも強いが、対流圏中部になると西の方が強くなって来る。すなわち太平洋の東部では下層が低温で背の低い高気圧となり、西よりでは背の高い高気圧となっている。成層圏下部にはチベット付近を中心とした広大な高気圧

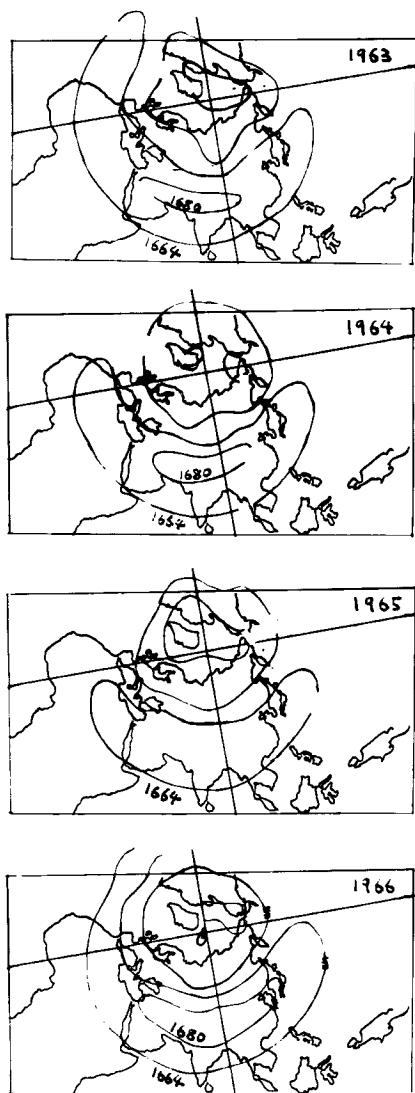


Fig. 2 The contour maps in 100 mb level in August.

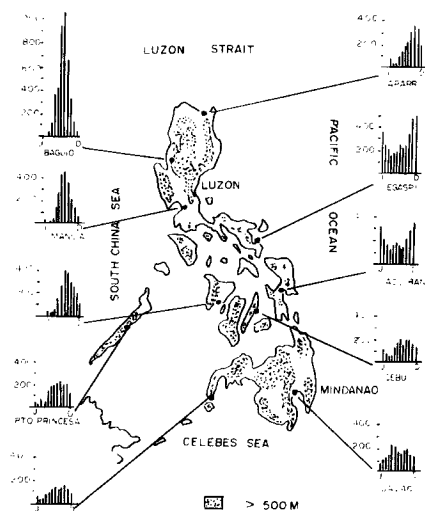


Fig. 3 The distribution of the types of the annual change of the amount of precipitation in Luzon Island.

があるが (Fig. 2 参照), 年によりその勢力がいく分変動する。この成層圏高気圧が東に広がっている年には, 日本付近で対流圏中部の東から広がって来た太平洋高気圧と位置が重なり, そのような場合に上述のような西日本上空の高気圧が停滞性となって西日本渇水型が生ずるともいわれている。

渇水の地理的分布は地形と密接な関係がある。モンスーンによって冬と夏の乾季と雨季とがきまるところでは山脈の風上側と風下側とでは事情が逆転する。瀬戸内沿岸が年降水量が少ないのは一年を通じて雨が降り難いからである。同じ西日本でも日本海側は冬に太平洋側は夏に多雨のチャンスがあるが, 瀬戸内沿岸は北西モンスーンに対しても南東モンスーンに対しても南北どちらかの山脈の風下側になって降雨の可能性が少なくなる。

東南アジア各地ではモンスーンのために雨季と乾季との区別がはっきりしているところが多いが, 台湾, フィリピン の北東側と南西側, インドシナ半島の西側と東側, マレー半島の西側と東側, ジャワ島の北側と南側というように山脈の風上側と風下側とでは雨季と乾季とが逆転していて, その様相は地形同様かなり複雑である。フィリピンのルソン島の降水年変化型の分布を Fig. 3 に例示する。このように降雨型が地形によって異なるから, 年によってモンスーンの強さや走向 が異なると降雨分布は著しく変動する。したがって地域的な渇水の生ずる可能性がきわめて高い。

またビルマ・タイ・ラオスなどの北部ではどちらの風向のモンスーンに対しても山脈の影になって, 雨季ですらほとんど降らないところがある。(Fig. 1 参照) このような地域では年に数回通過する熱帯性低気圧が主たる降水源であり, 低気圧がほとんど通らない年は渇水の被害を生ずる。

気圧配置と渇水との関係を示す 1 例として、昭和48年の西日本を中心とした渇水の状況を述べる。この年は4月は平年並の降水が全国的に見られたが、5月に入ると日本のあちこちで少雨が目立ち、6月も梅雨入りは早かったがその後全般に降水量が少なかった。特に東北から北海道にかけては平年比20%以下のところもあった。7月は安定した高気圧におおわれ、北陸から西日本にかけて渇水が目立った。Fig. 4 に全国の7月降水量の平年比の分布を示す。黒く塗った部分は平年比90%以上、斜線を施した部分は平年比60~90%、点点を施した部分は平年比30~60%、白い部分は平年比30%以下のところである。太平洋側を除く本州のかなりの部分が平年比30%以下の地域となっていることがみられる。8月に入って月なかばに台風が接近したのと下旬に前線が近づいたため全国的に降水量がやや多くなって来たが、島根県、香川県、石川県、東北の一部などでは7、8月を通じて降水量がきわめて少なく、大きな被害が発生した。島根県と鳥取県の間にある境や香川県の多度津では7月の月降水量が10mmにみたなかった。大阪管区気象台の調査では日降水量5.0mm未満の日の継続日数が40日を超えた例は近畿・中国・四国で次のような多くの地点で示されている。すなわち、奈良41日(7月4日~8月13日)、境49日(7月1日~8月18日)、呉43日(7月3日~8月23日)、福山52日(7月3日~8月23日)、多度津46日(6月30日~8月14日)、波止浜55日(6月30日~8月23日)。

このような渇水災害が発生した原因の一つに、この年は台風発生数が少なかったことがある。台風第1号が7月2日になってはじめて発生したというのは日本で台風観測開始以来はじめてのことである。平年の太平洋高気圧の動向は、春にはフィリピンの東側付近でもっとも強く、初夏から夏にかけてはハワイ付近に最強域が移動してしまい、フィリピン近海で台風が発生したり進行したりすることが可能となる。ところがこの年は初夏になってもフィリピン付近の高気圧は退かず、この付近での台風の発生、通過を許さなかった。これがこの年の渇水の初期の状況に大きな影響を与えた。7月になってやっと台風が発生するようになって、今度は日本付近が高気圧におおわれてしまったために、日本への台風の接近が許されなかった。上陸した台風は7月に小型の台風6号が九州に上陸した1回だけであった。

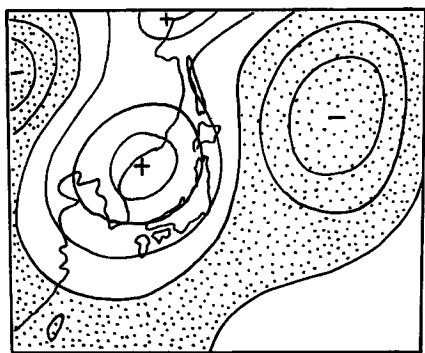


Fig. 5 The deviation of the height of 500 mb surface in July 1973 from normal value of July. The contour lines are drawn for each 20 m, and the height is below normal in the dotted area.

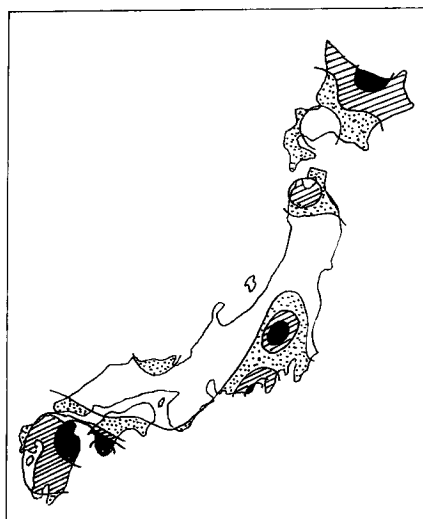


Fig. 4 The distribution of the ratio of the amount of monthly rainfall of July 1973 to the normal. Dark area >90%; Shaded area >60%; Dotted area >30%.

Fig. 5 はこの7月の500 mb 高度平年偏差図である。点点を施した部分は負偏差域、白い部分は正偏差域である。等偏差値線は20mごとに画いてある。日本海北部には偏差値70mの強い正偏差中心が、また北海道の東方海上にはかなり強い負偏差中心が見られ、ジェット気流の蛇行がかなり著しいことを示している。この図からも西日本が高気圧におおわれ、台風も近より難いことが理解できる。近年このようにジェット気流の蛇行が大きく、北冷西暑型の気圧配置となるケースが増えて来て

おり、気候変動の面からも著しい特性となっている。平均的にはこの夏のパターンは **Fig. 5** で代表されるが、半月平均ぐらいにわけて見ると、いろいろな型の組合せとなっている。西日本の無降水継続記録のところで見られるように、長くつづいた渇水の終末は8月15日頃と8月25日頃とにわかれている。8月前半はジェット気流の蛇行による高気圧の西偏傾向が強かったが8月15日頃台風接近により一部の場所にはかなりの降雨があったが、地形的にこの降水の区域外になったところではひきつづき無降水となった。8月15日から25日頃までは高気圧の中心がいく分東へ戻りひろく西日本から関東まで高気圧におおわれるようになった。8月25日頃には著しい気圧の谷の接近で各地で激しい雷雨があり、渇水は一応終末となった。

3. 渇水と気候変動

Fig. 6 は前出の Meigs が作成した世界の乾燥域の分布図である。黒く塗った部分は極乾燥地域、斜線を施した部分は乾燥地域、点を施した部分は半乾燥地域である。この分類も先に述べた彼の分類法による。全般的な傾向としては赤道をはさんで南北 30° ぐらいまでの亜熱帯高圧帯に分布し、特に大陸の西岸にある場合



Fig. 6 The distribution of the arid regions in the world according to Meigs. Dark areas show the extremely-arid regions, shaded areas show the arid regions and dotted areas show the semi-arid regions.

が多い。しかしアフリカから中央アジアにかけてはそれとは異った分布をし、かつ、広大な乾燥域が分布していて、中央アジアではかなり高緯度までひろがっている。一方東南アジアのモンスーン卓越地域では亜熱帯域でもきわめて降水量が多く、亜熱帯高圧帯もこの部分では高圧帯が姿を消している。このように北半球では陸地や高山の占める割合が多いため、北米を除いては複雑な分布をしているが南半球では気圧配置が地表でも上層でも比較的緯度円に沿って帯状に分布しているため、大陸西岸に大体規則正しい乾燥域が分布している。

さらに詳しく南米での分布を見てみると 30°S 以北では乾燥域が西岸にあり、南の方では東岸に分布している。これは亜熱帯高気圧の北側では東風が、南側では西風が卓越しているために、南北に延びているアンデス山脈の風下側と風上側の差異が第一の原因である。**Fig. 7** にはこのことをさらにはっきり見るために、南米

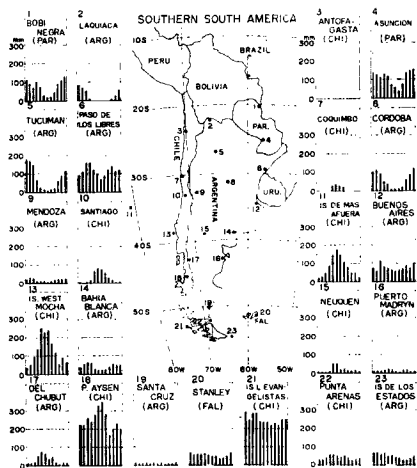


Fig. 7 The distribution of the types of the annual change of the amount of precipitation in the southern South America.

南部の多くの地点について平年月降水量の年変化の様子を図示した。チリーのアタカマ沙漠にある Antofagasta (No. 3) では年中降水量がゼロであり、一方アルゼンチンのパンパ地域にある Santa Cruz (No. 19) でも年中ほとんど無降水である。アンデスをこえた西側の No. 18 や No. 21 の地点では年中降水が多く、年降水量は日本の倍近くにも達している。チリー中部の西岸にある No. 10 や No. 13 では冬に多雨で夏に乾燥という年変化を示し、一方アンデス山脈の東側の No. 5 や No. 8 ではその逆の年変化を示している。これは南半球では特に帯状の亜熱帯高圧帯が夏は南に冬は北へと規則正しく移動しているからである。しかし年によってこの移動が少し偏るときびしい渇水の被害が生ずる。例えば No. 10 の Santiago はチリーの首都で、この国の人口の大部分はこの付近に集中しているが、冬に来るべき雪の雨季が数年にわたって到着しないことがある。そのような場合にはこの人口集中域で飲料水にもこと欠くような事態が発生する。

これと同じようなことはアフリカについてもいえる。Fig. 8 は1月と8月のアフリカの平年月降水量分布を B. W. Thompson の “The Climate of Africa” から転載したものである。1月には 15°S を軸として東岸から内陸にのびる多雨域があるが、南半球でも南部から西岸にかけて乾燥域が見られる。一方北半球側は地中海沿の一部を除いて広大な乾燥域となっている。8月は 5°N を軸として西岸から内陸部にのびる多雨域があり、特に西岸近くでは月降水量が 1000 mm をこえている。しかし1月にくらべて降雨域から乾燥域への変化は激しく、20°N 以北と北半球の東岸および南半球が乾燥域に入っている。このようにアフリカでは降雨帯の季節にともなう移動は著しく、したがって降水量の年変化の振巾がきわめて大きいところがある。このように極乾燥域のきわめて近くに顕著な雨季を持つ地域があるが、年によってこの変動のリズムが少しでも狂うと、

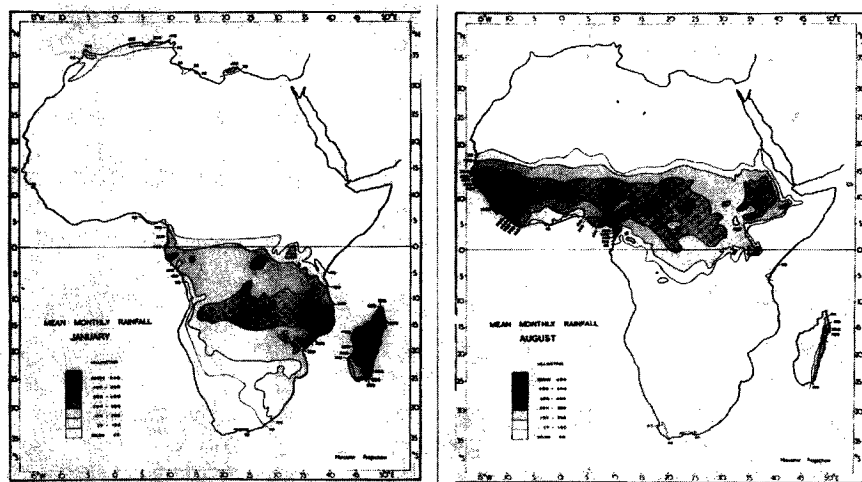


Fig. 8 Mean monthly rainfall in Africa after B. W. Thompson.

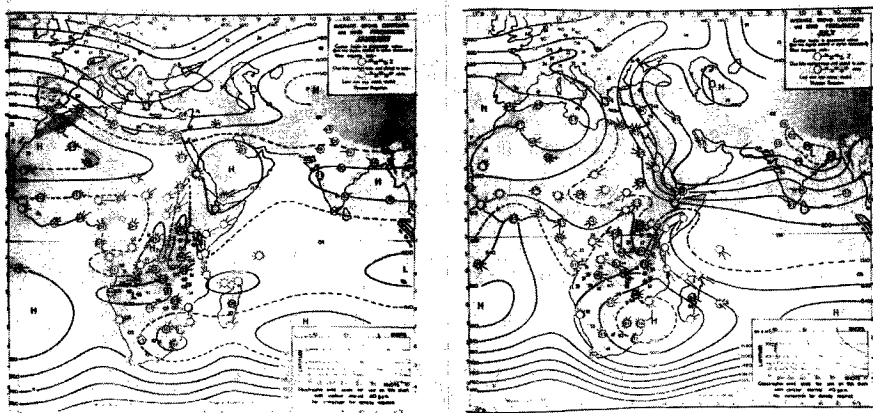


Fig. 9 Average 850 mb contours and wind frequencies in Africa after B. W. Thompson.

極乾燥域が拡大する。最近数年間大きな渇水被害が報ぜられているのはこのような地域である。最近数年間アフリカでは8月になっても雨域がこのような北上せず、一方8月でも地中海沿いでは降雨がある。すなわち極乾燥域が全体に南に偏位したことになる。R. W. Fairbridge (1964) は氷河時代にはもっとこの変位が大きかったとして氷河時代の天気図を想像して画いている。Fig. 9 は1月と7月のアフリカの 850 mb 等高線と風の頻度分布を画いたもので、同じく B. W. Thompson の著書から転載したものである。この図から高気圧帯や低気圧帯も季節にしたがって南北に偏位し、雨域の移動と対応していることがわかるが Fairbridge は氷河時代は夏になってもこの図の1月の天気図に似た状況であったとしている。

以上南半球での乾燥地域の成因を亜熱帯高気圧と結びつけて簡単に説明したが、これらの乾燥地域の説明には大気と海洋の相対的な関係も加わって来る。高気圧の中心では沈降気流が卓越していて、対流活動が不活潑になるが、対流活動は大気下層の鉛直安定度によって左右されるので海水の表面温度が低ければ安定度は高くなる。さらに背の低い局地的な高気圧を停滞性のものとして維持する作用もある。海水表面温度が低くなるためには寒流が流れているか、湧昇流が存在するかが大きな要因となっている。南米のペルー沿岸ではペルー寒流が北上から西進に向を変え、陸地を離れるため表面で発散流となり、これが湧昇流を惹き起す。Fig. 8 で8月の降雨域が北上しているのに東岸では雨が降らないで Fig. 9 に見られるようにこの部分が高気圧におおわれていることの一因も海流にある。すなわちインド洋の西部では夏の南西モンスーン時に著しい湧昇流のあることが知られている。海流は大気の流れによって変動を受けるが、このようにして海洋はまた大気に影響を与える。したがって渇水の原因を究明する時、海流の変化も忘れてはならない。

既に Fig. 3 のルソン島の例や Fig. 1 のタイ国の例で述べたように、モンスーン地域では南半球のように広域的に説明することは不可能で、降雨の年変化は地形によって複雑な型を地理的分布として示している。しかしモンスーンの風向や風速が年によって変ると、当然来るべき雨季が来なくて渇水の被害が生ずることは、南米やアフリカと同様である。しかも湿潤地域にふさわしい米作を主産業としている地域では豊富な水を必要としているので降雨が全くゼロにならなくても渇水の被害は起る。

中国大陸では過去2000年にわたって農作業その他の生活の記録がよく保存されているが、北部の気候が南の方までひろがったり、その逆になったりして、米作の限界が大きく南北に移動していたことが知られている。Fig. 7 に示されるようなアジア大陸の乾燥地域は気候変動に従って拡大したり縮小したりをくりかえしていた。小氷期には中緯度ジェット気流が強まりながら南下したため大陸では降雨が多くなり、カスピ海の水位は上昇して、大陸の住民は生活が容易になって民族が栄えた。一方、間氷期には極前線帯が高緯度に退き、高気圧帯が大陸をおおって乾燥地域が拡大し、大陸の住民は生活に苦しんだ。しかし偏西風帯が弱まって海上交通

が栄えた。速水頌一郎は前者を大陸時代、後者を海洋時代と名付けて、気候変動と民族の興亡との関係を論じた。

参 考 文 献

- 1) 根本順吉：旱ばつの気象学的一側面，水利科学，No. 94，昭 48，pp. 1-21.
- 2) 牛木久雄：乾燥地域の地下水(1)，水利科学，No. 84，昭 47，pp. 57-72.
- 3) 牛木久雄：乾燥地域の地下水(2)，水利科学，No. 85，昭 47，pp. 96-111.
- 4) 小堀 巖：沙漠，NHK ブックス，昭48.
- 5) 大阪管区气象台：昭和48年6月以降の干ばつに関する異常気象調査報告，大阪管区異常気象報告，昭48，特別1号.
- 6) 気象庁：季節予報指針.
- 7) B. W. Thompson: The Climate of Africa, 1965, Oxford University Press.
- 8) 中央气象台：日本気象資料綜覧，1943，地人書館.
- 9) 竺可楨：歴史時代世界気候的波動，1962，気象学報，Vol. 31, No. 4, pp. 275-288.
- 10) 速水頌一郎：海洋時代，1974，東海大学出版会.