

[論説 1] 湿潤熱帯における降雨変動の特性

Characteristics of Rainfall Variability in the Humid Tropics

安成 哲三

(1) はじめに

湿潤熱帯は、地球における生物とヒトの活動の一大中心である。地球上の全人口の約 50% がこの地域に生き、全生物種の 90% 以上が生息しているといわれる。熱帯雨林を中心に生きる非常に多様な生物は、湿潤で安定なこの地域の気候に依存しているとも言われてきた。湿潤とは、降水量・蒸発(散)量が多いだけではなく、降水量が蒸発散量を上回り、活発な水循環が保証されている地域という解説 1 の定義のほうがより適当であろう。熱帯とは、(最寒月の平均気温が 18°C あるいは 20°C 以上といわれているように)一年を通して寒くなるような季節がない地域である。しかしながら、この湿潤熱帯の気候を基本的に決めている降水量は、どの程度安定なのか、不安定なのか。どのような時間的変動の特性をもっているのか。変動のメカニズムはなにか。さらに、人間活動に起因する「地球温暖化」や「熱帯林破壊」により、降雨の変動性はどうか変化する可能性があるのか。あるいは、すでに変化しつつあるのか。

この小論では、これらの問題について、関連する最新の研究成果を紹介しつつ、若干の考察をこころみる。

(2) 季節サイクルにおける多様性と安定性

湿潤熱帯の大部分の地域に見られる降水量変動の最も顕著なものは、季節サイクルである。特にモンスーン(季節風)の卓越する地域では、明瞭な雨季と乾季があり、生物も人間活動もこの季節サイクルに様々なかたちで規定されている。インドを中心とする南アジアや東南アジアでは、雨季が 5 月から 6 月頃に、ドラスティックに始まるため、雨季の開始は、モンスーンバースト(monsoon burst)

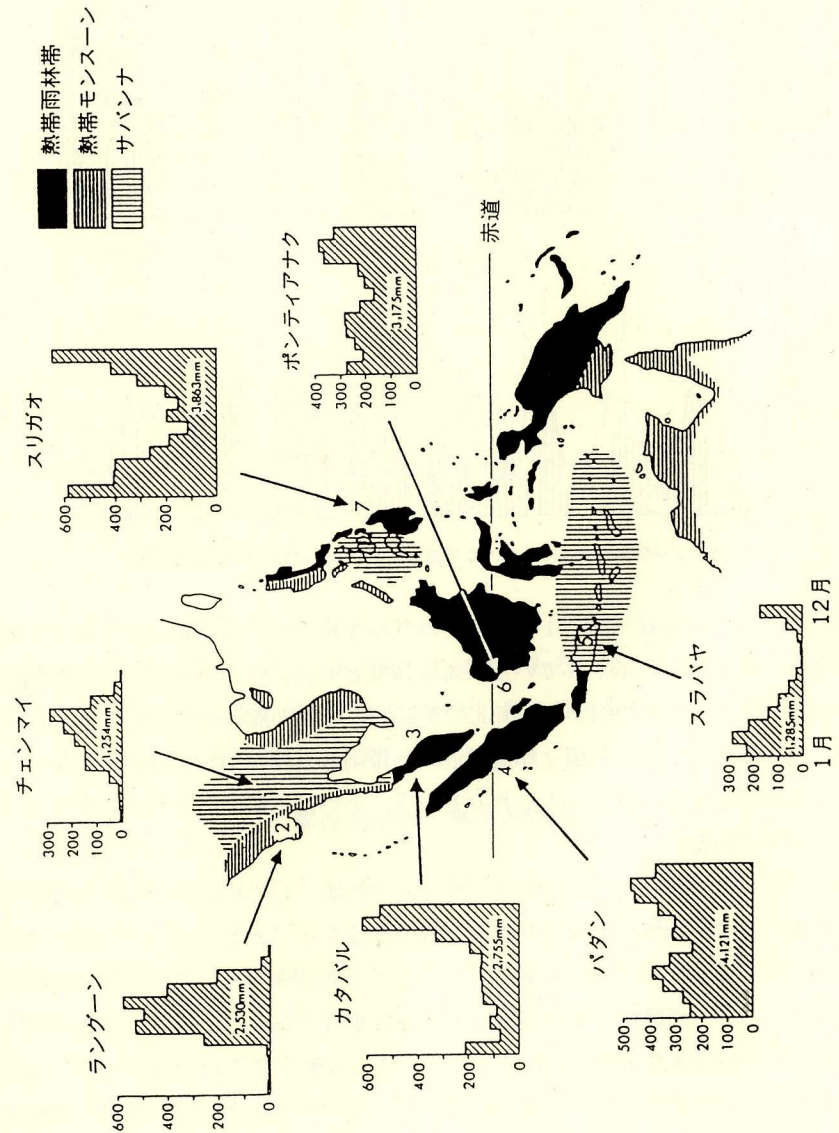


図 1.1 東南アジアにおける気候区分と平均月降水量分布 (井上, 1993)

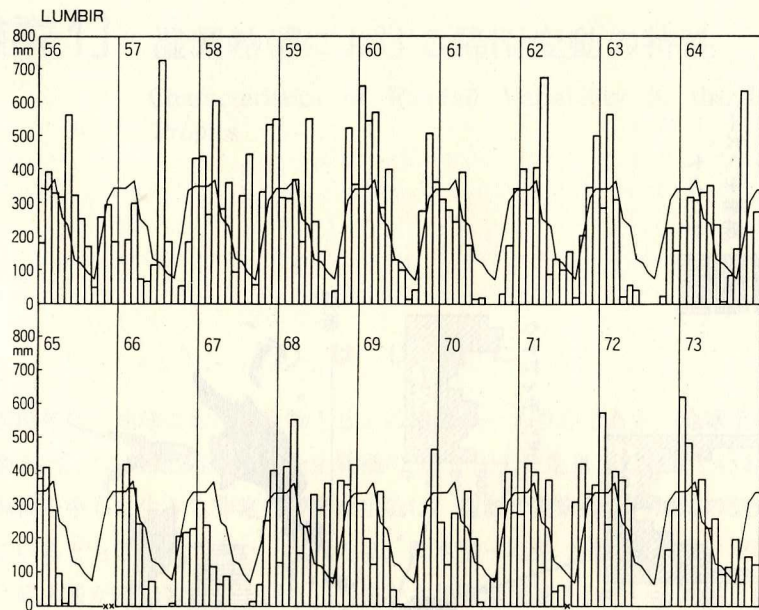


図 1.2 ジャバ島 Lumbir における月降水量とその気候値 (Yasunari, 1981)

といわれることもある。図 1.1 に赤道をはさむ東南アジア各地域における平均的な降水量の季節変化が示されている。太陽高度とそれに伴う熱赤道の季節変化に伴い、モンスーン地域の雨季は、南北で季節的に対称に変化し、北半球では 6~9 月頃、南半球では 12~3 月頃、赤道付近の熱帯雨林気候 (Af) では年中乾季がなく、年 2 回の降水量の極大がみられるという、平均値気候学的説明は、まさにこの図の通りである。

しかし、ここで注意すべきことは、長年の平均値として示されたこれらの季節変化パターンは、地域により様々に異なる多様性を示すとともに、その年々の安定性も大きく違うということである。たとえば、夏の南西モンスーンや冬の北東モンスーンによって降雨がもたらされる大陸部東南アジアでは、年々変動はあっても、雨季の時期や季節変化のパターンが大きく崩れることはない。しかしながら、赤道直下の多雨域では、図 1.2 に示すように、年々および次に述べる季節内変動が非常に卓越しており、平均値 (平年値) は、いわば見せかけの平均値でほとんど意味をなさないことがわかる。年によっては、平均値では乾季にあたる時

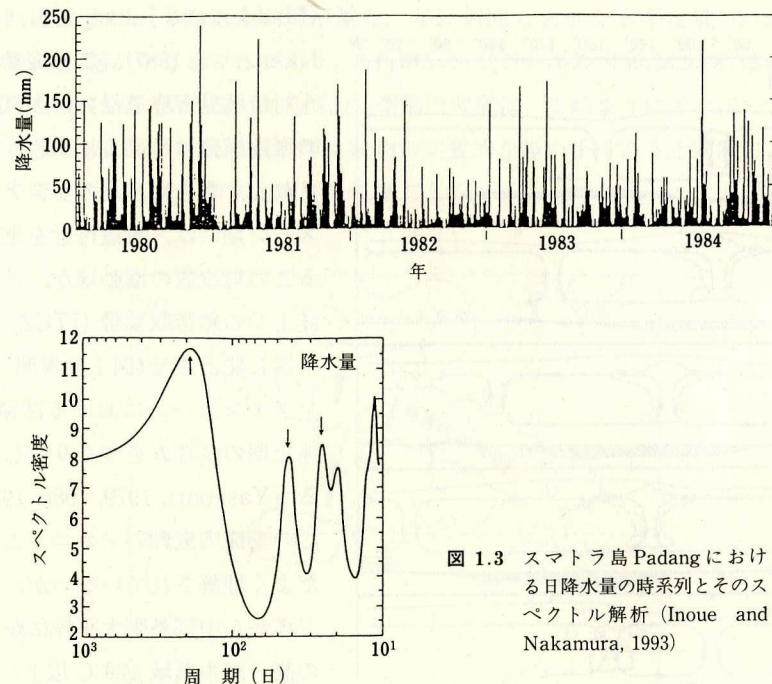


図 1.3 スマトラ島 Padang における日降水量の時系列とそのスペクトル解析 (Inoue and Nakamura, 1993)

期にむしろ最も降水が集中することもある。図 1.3 はパダグ (スマトラ島) の日降水量の時系列とそのスペクトル解析の結果である。年 2 回の極大という季節変化に対応する半年周期は確かに存在するが、数十日周期以下の季節内変動の振幅も、この季節変化と比較して、決して小さくないことがわかる。

(3) 季節内変動—熱帯の降雨のリズム—

アジア・オーストラリア・太平洋地域の熱帯モンスーン地域、熱帯雨林地域には、図 1.3 にもみられるように、30 日から 60 日周期程度の時間スケールをもつ、季節内変動と呼ばれる降水のリズムが存在する。赤道地域では、季節変化よりも明瞭なリズムであることが多く、夏のアジアモンスーンでは、モンスーンの活発期・休止期のリズムとして現れ、年々のモンスーン強さとも密接に関係している。

この季節内変動は、赤道インド洋上で発生し、赤道付近を発達しながら中部太平洋域へ東進するスーパークラスター (super cluster) と呼ばれる 2,000 キロスケールの対流雲群の活動の周期と密接に関係していることが明らかにされている

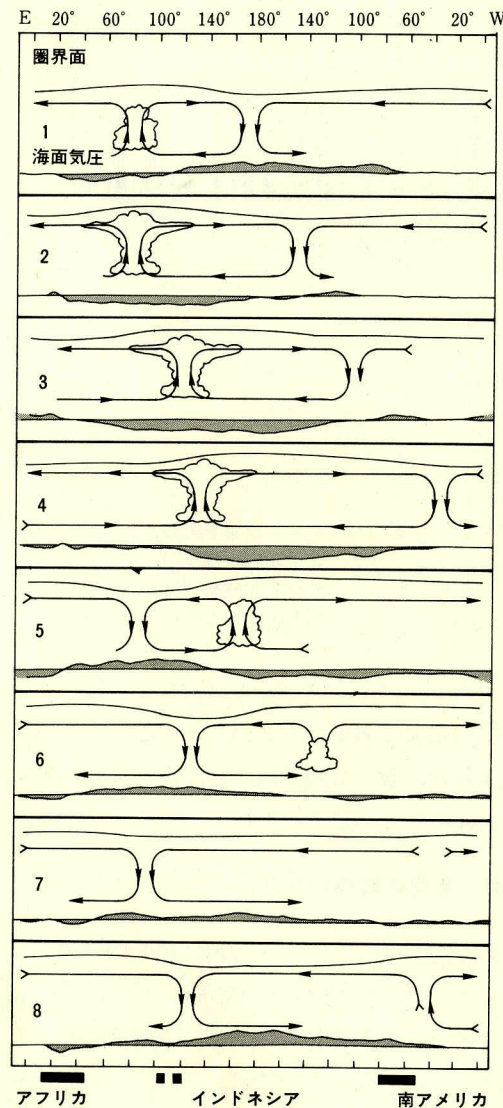


図 1.4 赤道地域における 40~50 日周期振動の東西構造の模式図 (Madden and Julian, 1972)

(Madden and Julian, 1971, 1972; Nakazawa, 1987). この変動に伴う対流活動と赤道沿いの大気循環の東西構造は、図 1.4 のように示される。さらに、夏のアジアモンスーン期には、赤道付近を東進するこの対流雲の活動域が、インド洋上での熱帯収束帯 (ITCZ) を繰り返り北上させ (図 1.5 参照)、インドモンスーンにおける活発期・休止期のリズムをつくりだしている (Yasunari, 1979, 1980, 1981). この季節内変動のメカニズムはまだよく理解されていないが、インド洋から中部熱帯太平洋にかけての高い海水温域 (29°C 以上) の存在と、これに伴う活発な対流雲 (積乱雲) 活動が密接に関係していると考えられている。

この地域の降水の季節ごと、年ごとの変動が生物や人間活動に与えるインパクトを評価する場合にも、この季節内変動成分を考慮することは非常に重要である。たとえば、図 1.6 は熱帯雨林気候下にあるシンガポールでの水収支変動である。長期的な平均値でみる限り、この地域は降水量が蒸発量を上回り、水収支はプラスということになるが、実際には、この図に

示されるように、季節内変動が卓越し、年に何回も大きな水不足量 (moisture deficit) の状態が生じることがあり、これがシンガポールの水資源における深刻な問題になっている (Whitmore, 1975). 季節内変動は、このようにモンスーンアジアの湿潤地域における降水量の年々変動の実質的な担い手であると同時に、その影響を考えるうえでも非常に重要な要素である。

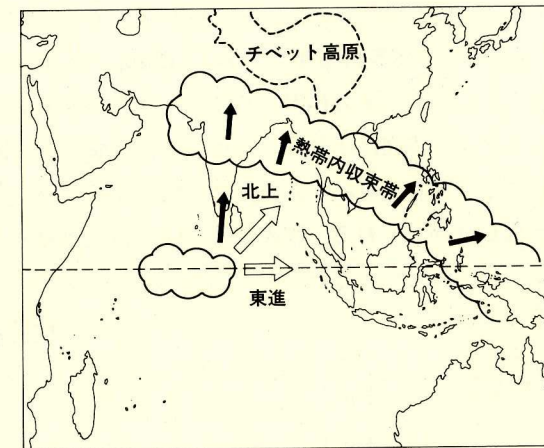


図 1.5 アジアモンスーン地域における対流活動の季節内変動 (40~50 日周期) の模式図 (安成, 1992)

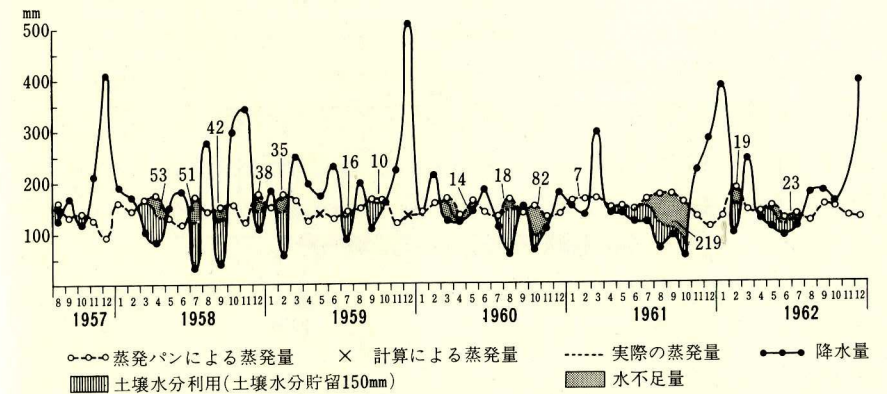


図 1.6 シンガポールにおける 1957~62 年の月々の水収支 (Whitmore, 1975)

(4) 年々変動の特性 I : ENSO と QBO

地球上の湿潤熱帯の気候の年々変動を、最も大きく支配しているのは、ENSO (エルニーニョ/南方振動) である。ENSO とは、熱帯太平洋域の海水温と赤道に沿った方向の熱帯大気の東西循環が、海水温・対流活動・風の応力を通じた大気・海洋相互作用によって、2年から数年周期で、典型的な二つの状態(エルニーニョあるいは東太平洋の暖かい状態と、ラ・ニーニャあるいは東太平洋の冷たい状態)のあいだの振動となって現れる現象である (Philander, 1990 など)。ENSO の二つの状態を図 1.7 に示す。その作用中心はあくまで西部・東部熱帯太平洋域の大気と海洋であるが、この図に示されるように熱帯全域の東西循環と大規模対流活動の調節としてこの現象は現れるため、どの熱帯地域の降水量の年々変動にも、ENSO に伴う周期性が見られる。図 1.8 は、ひとつの作用中心付近に位置す

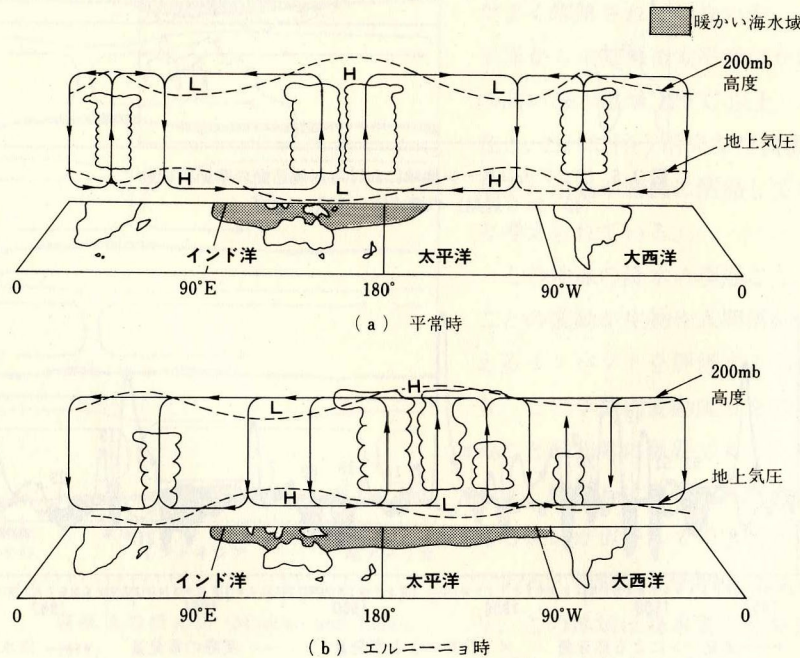


図 1.7 エルニーニョとラ・ニーニャ (平常時) における熱帯の対流活動、東西循環と海水温分布の模式図

るジャワ島の約 50 年間の月降水量変動のスペクトル解析の結果であるが、ENSO サイクルに対応した 50~60 カ月 (4~5 年) 周期と、20~30 カ月 (2~2.5 年) 周期がはっきりと認められる。このうち後者は熱帯対流圏における (準) 2 年振動 (QBO または BO) として、近年特に注目を集めており、特にアジアモンスーン・西太平洋地域では、本来の ENSO に関連した数年周期よりも顕著に現れることが指摘されている (Yasunari, 1985; Yasunari and Suppiah, 1988; Rasmusson *et al.*, 1990 など)。なぜ ENSO に関連した周期に二つのモードがあるのか、それらのメカニズムはどのように違うのか、などについては、まだよくわかっていないが、QBO モードについては、その地域性から西太平洋の暖水域内での大気・海洋相互作用やアジアモンスーンの役割が指摘されている (Yasunari and Seki, 1992; Meehl, 1993)。

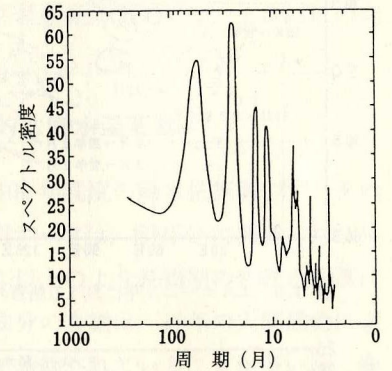


図 1.8 ジャワ島の 1931~81 年における月降水量変動の主成分のスペクトル解析 (Yasunari and Suppiah, 1988)

(5) 年々変動の特性 II : モンスーン年

図 1.9 にはエルニーニョ年における全熱帯域での降水量の偏差分布が示されている (Ropelewski and Halpert, 1987)。インド洋、アジア・太平洋域のみならず、南米、アフリカなどの降水量偏差にも、ENSO に関連した変動が認められる。エルニーニョに伴い、多くの熱帯地域に干ばつ・大雨が同時的に起こるといわれているが、この図はそれを確認したものである。この図で注目すべきことは、各地域に生じる降水量偏差の季節性である。地域による正負の偏差傾向の違いはあっても、その偏差傾向は (北半球の) 春・夏頃から始まり、引き続き秋・冬頃極大に達し、翌年のやはり春・夏頃に終息するという季節的なタイミングを示している。この偏差の傾向は、エルニーニョ現象の時間発展における季節性に対応したものである。そしてこの季節性は、以下に述べるように、ENSO が、アジアの夏のモンスーンと密接に関係していることを示すひとつの証拠であることが示されている。

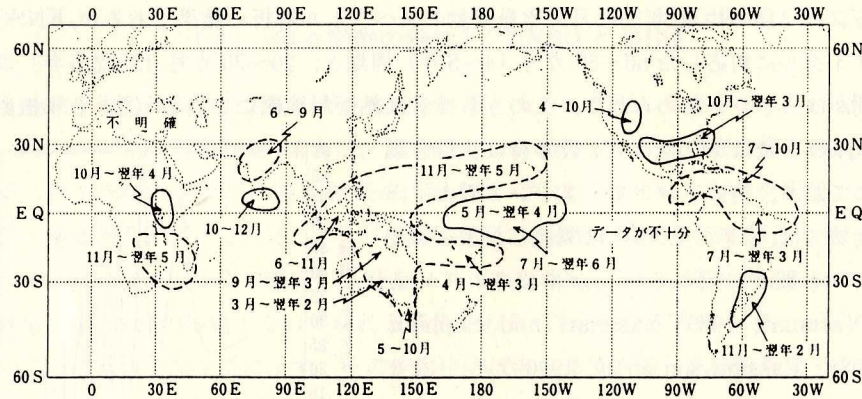


図 1.9 エルニーニョ年における熱帯の降水量偏差の分布 (Ropelewski and Halpert, 1987)

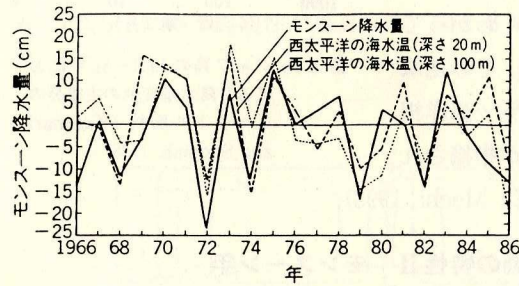


図 1.10 インドモンスーン降水量と赤道西部および東部太平洋の海水温とのラグ相関 (Yasunari, 1990)
Y(0) は、参照したインドモンスーンの年を示す。

エルニーニョの年には、インドモンスーンも弱くなる傾向のあることは、すでに今世紀初めから知られていた (Walker and Bliss, 1932)。しかし実際には、図 1.10 に示されるように、インドモンスーンとエルニーニョ (ラ・ニーニャ) の最盛期である冬とは、約半年の季節のずれがあり、降水量で示されたインドモンスーンの強弱のシグナルのほうが、ENSO の状態を示す熱帯西部・東部太平洋の海水温偏差の形成に先行していることがわかる。熱帯における雲分布、大気循環、海水温などの詳しい解析によると、夏のアジアモンスーンの強弱が、引き続き季節における太平洋域での大気・海洋相互作用を通して、冬の ENSO の状態を決めるとい物理過程があることを示唆している (Meehl, 1987; Yasunari, 1990)。いいかえれば、熱帯の気候の年々変動は、夏のアジアモンスーンから翌年の同じモンスーン開始の直前までの 1 年をひとつの単位年として、同じ偏差の傾向をもつことになり、筆者はこの 1 単位年を普通のカレンダー一年と区別して、“モンスーン年 (monsoon year)” と名づけ、熱帯の気候変動における気候年と定義

した (Yasunari, 1991)。さらに注目すべきことは、アジアモンスーンと ENSO のあいだの相関が、(北半球) 春頃には一旦なくなるが、夏のモンスーン開始頃に、再び、しかも今度は前年とは逆転した相関が現れ出すという、2 年周期的傾向をもつことである。図 1.7 で示された降水量の準 2 年振動 (QBO) は、まさにこの変動を反映したものであることがわかる。

(6) 長周期変動と全球的な海水温変動

熱帯の大部分の地域では、過去数十年から 100 年程度の降水量観測のデータの蓄積がすでにあるが、いくつかの地域の時系列データは、ENSO に関連した 2 年から数年周期の変動に重なって、10 年スケール以上のより長周期の変動が顕著に存在することを示している。これらの長周期成分の変動は、近年の人間活動による環境変化や「地球温暖化」との関連も含めて議論されていることが多いが、全球的な海水温の長周期変動との関連が最近注目されている。

最も顕著な例が、図 1.11 に示すアフリカのサヘル地域における 1970 年代以降の長期的な降水量の減少 (干ばつ) 傾向である (Lamb and Pepler, 1991)。こ

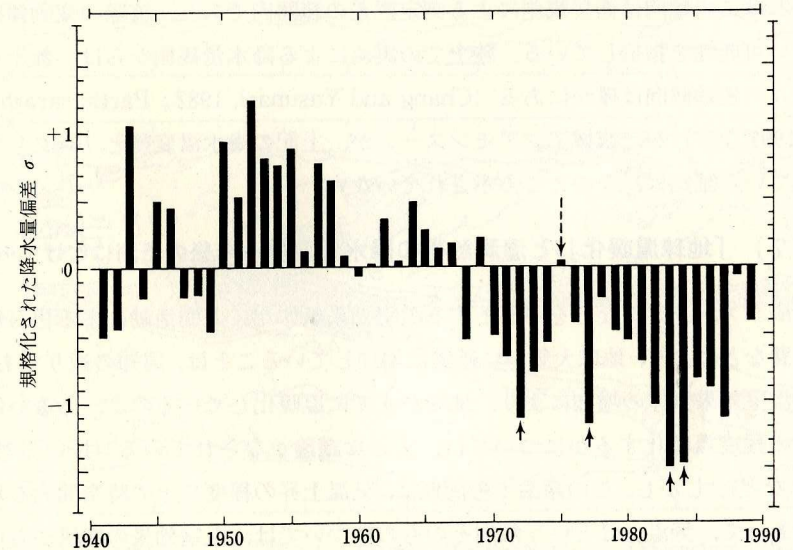


図 1.11 北アフリカサヘル地域の降水量変動 (Lamb and Pepler, 1991)

の原因について、当初は、この地域の過放牧による植生の改変・減少が、地表面アルビードを増加させることにより、この地域への熱帯収束帯 (ITCZ) の季節的北上を抑え、干ばつ傾向になったとする説 (Charney, 1975 など) もあったが、最近では、大西洋の海水温分布の長期的な変化 (Semazzi *et al.*, 1988; Wolter, 1989) や、大西洋を含めたグローバルな海水温の長周期変動による熱帯のモンスーン循環の変動という主張 (Folland *et al.*, 1990 など) が有力である。しかしながら、海水温の長周期変動の機構についてはまだ未解明である。

インド洋およびアジア・太平洋地域では、ENSO に関連した数年周期変動の振幅が非常に大きいため、長周期変動の議論は最近まで比較的少なかった。しかし、1970 年代後半、特に 1976/77 年のエルニーニョ年から以降、熱帯インド洋と熱帯太平洋では、海水温が中東部を中心に高めの状態、すなわち弱いエルニーニョの状態が続いており (Flohn and Kapala, 1989; Nitta and Yamada, 1989; Kawamura, 1994), 1990 年代に入ってもその傾向は変わっていない (CAC, 1994). Nitta and Yamada (1989) はさらに、これに関連して、人工衛星観測による外向き赤外放射量 (熱帯では対流活動の指標とされる) から推定した降水量は、熱帯海洋上では全体として増加傾向であると指摘したが、Arkin and Chelliah (1992) はこの傾向は衛星観測による測定誤差の範囲内であり、実際の変動傾向ではない可能性を指摘している。陸上での実測による降水量観測からは、数十年スケールの変動傾向は確かにある (Chang and Yasunari, 1982; Parthasarathy *et al.*, 1991 など) が、広域アジアモンスーンが、上記の海水温変動とリンクして変動している証拠は、今のところ示されていない。

(7) 「地球温暖化」と湿潤熱帯の降水量変動—今後の予測にむけて—

炭酸ガス、メタンなどを中心とする温室効果気体が、人間活動による化石燃料の消費などにより、地球大気中に確実に増加していることは、周知の通りである。この温室効果気体の増加により、地球がすでに温暖化しているのか、あるいは今後どの程度温暖化するかについては、大きな議論がなされている (IPCC, 1990, 1992 など)。しかし、この議論での問題は、気温上昇の程度やその時空間的な現れ方であって、気温上昇という傾向そのものについては、温室効果の機構からいって、いわば前提とすることができる。

では、温室効果気体の増加に伴う降水量の変化はどのようなのだろうか。特に地球の水循環と大気におけるエネルギー循環の大きな部分を担っている熱帯およびアジアモンスーンの降水量分布 (図 1.12) がどう変化するかは、地球の気候変化を考えるうえで、非常に重要な意味を持つはずである。また、この地域には、冒頭で述べたように、私たち人間を含む地球上の生命の大部分が集中して存在しており、熱帯林破壊などによる地域的な気候改変とも合わせて、この問題は、今後の重要な研究課題である。炭酸ガス増加の急激な過去約 100 年における全球 (北半球) 平均の地上気温は、全体として上昇傾向が顕著である (IPCC, 1990, 1992)

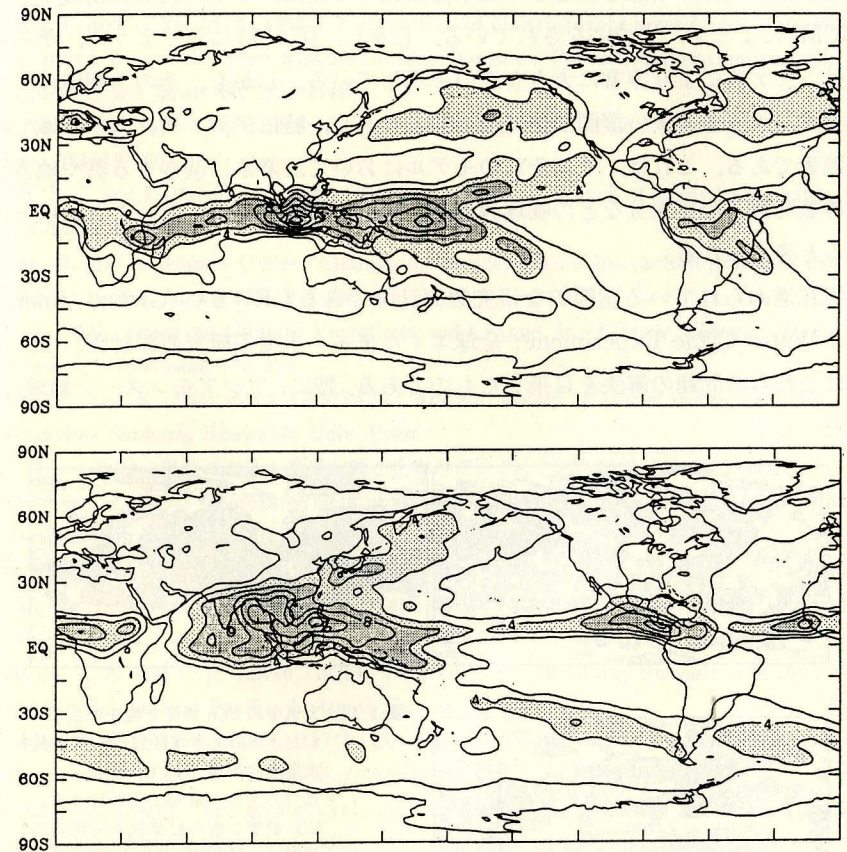


図 1.12 北半球冬 (上) と夏 (下) における全球的な降水量分布 (Chen and Pfaendtner, 1993)
単位は 2mm/day

が、降水量については、その傾向は、まだ明らかではない。

過去の観測データに基づく全球的な降水量の長期傾向の見積りには、長期の降水量観測が陸上に限られているというデータの制約に加え、降水量そのものが気温に較べよりローカルな影響を受けやすいこと、雨量計による捕捉率が違うことなど、様々な不確定要素があるため、確定的な結論は出せそうもない。今後の全球的な観測については、降雨レーダー搭載の熱帯降雨観測衛星 (TRMM) による降水強度データや、多くの人工衛星からのマイクロ波観測、赤外放射観測などに基づく間接的な降水量指標データの継続的な蓄積が期待される。

温室効果気体が増加したときの降水量変化の予測は、多くの大気大循環モデル (GCM) によって、すでになされている。しかし、図 1.13 に示すように、その結果は、モデルにより非常に大きな違いを示している。しかも、その予測値のばらつきは、降水量の多い湿潤熱帯域で全般に大きく、特にアジアモンスーン域で最も顕著である。これは、それぞれのモデルにおいて、降水に関与する雲や地表面での蒸発散、土壌水分などの物理過程が、正しく表現されていないことに依っていると考えられる。

現在進められている国際的な研究観測計画である GEWEX (Global Energy and Water Cycle Experiment; 全球エネルギー・水循環研究観測計画) は、まさにこれらの問題の解決を目指したものである。特に、アジアモンスーン地域は、

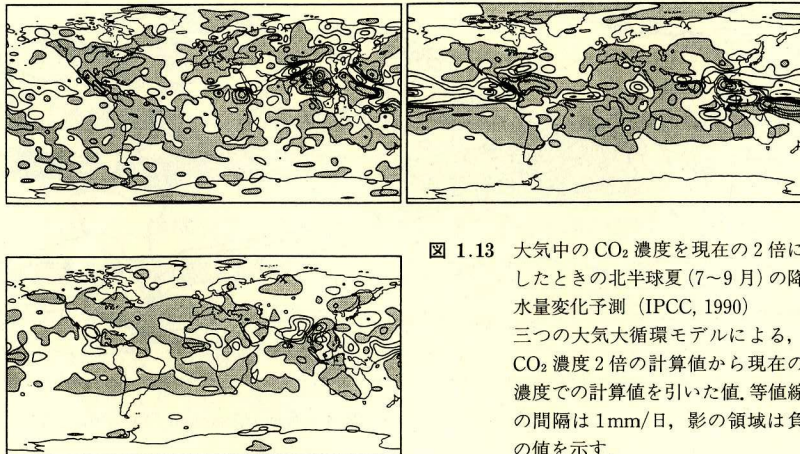


図 1.13 大気中の CO_2 濃度を現在の 2 倍にしたときの北半球夏 (7~9 月) の降水量変化予測 (IPCC, 1990) 三つの大気大循環モデルによる、 CO_2 濃度 2 倍の計算値から現在の濃度での計算値を引いた値。等値線の間隔は 1mm/日、影の領域は負の値を示す。

ここで述べてきたように、全球的な降雨とその変動を考えても非常に重要な地域であり、GEWEX の一環として、アジアモンスーンエネルギー・水循環観測研究計画 (GEWEX Asian Monsoon Experiment; 略称 GAME) が、現在進められている (安成・小池, 1993)。

文 献

- Arkin, P. and M. Chelliah (1992): Large-Scale Interannual Variability of Monthly Outgoing Longwave Radiation Anomalies over the Global Tropics. *J. Climate*, **5**, 371-389.
- Climate Analysis Center (1994): *Climate Diagnostics Bulletin*. U. S. Dept. Commerce, No. 94/4 (April 1994), 1-84.
- Chang, T. and T. Yasunari (1982): Fluctuations of global surface pressure patterns during the past 100 years and their relation to Asian monsoon. Part 1. Northern summer (July). *J. Meteor. Soc. Japan*, **60**, 1132-1142.
- Charney, J. G. (1975): Dynamics of deserts and drought in the Sahel. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **101**, 193-202.
- Chen, T.-C. and J. Pfaendner (1993): On the atmospheric branch of the hydrological cycle. *J. Climate*, **6**, 161-167.
- Flohn, H. and A. Kapala (1989): Changes in tropical sea-air interaction processes over a 30-year period. *Nature*, **338**, 244-246.
- IPCC (1990): Observed Climate Variations and Change. In: *Climate Change. The IPCC Scientific Assessment*, 195-238.
- Inoue, T. and K. Nakamura (1991): In: *Natural history of social wasps and bees in equatorial Sumatra*, Hokkaido Univ. Press.
- 井上民二 (1993): 熱帯における環境変動と生物のダイナミクス. *科学*, **63**, 635-645.
- Kawamura, R. (1994): A rotated EOF analysis of global sea-surface temperature variability with interannual and interdecadal scales. *J. Phys. Oceanogr.*, **24**, 707-715.
- Lamb, P. J. and R. A. Pepler (1991): West Africa. In: *Teleconnections Linking Worldwide Climate Anomalies*, M. Glantz, R. W. Katz and N. Nicholls (eds.), Cambridge University Press, 121-189.
- Madden, R. A. and P. R. Julian (1971): Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J. Atmos. Sci.*, **28**, 702-708.
- Madden, R. A. and P. R. Julian (1972): Description of Global-scale Circulation Cells in the Tropics with a 40-50 Day Period. *J. Atmos. Sci.*, **29**, 1109-1123.
- Meehl, G. A. (1987): The annual cycle and interannual variability in the tropical Pacific and Indian Ocean region. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 27-50.
- Meehl, G. A. (1993): A Coupled Air-Sea Biennial Mechanism in the Tropical Indian and

- Pacific Regions: Role of the Ocean. *J. Climate*, **6**, 31-41.
- Nakazawa, T. (1987): Tropical superclusters within intraseasonal variations over the west Pacific. *J. Meteor. Soc. Japan*, **66**, 823-839.
- Nitta, T. and S. Yamada (1989): Recent warming of tropical sea surface temperature and its relationship to the Northern Hemisphere circulation. *J. Meteor. Soc. Japan*, **67**, 375-383.
- Parthasarthy, B., D. Rupa Kumar and A. A. Munot (1991): Evidence of secular variations in Indian monsoon rainfall/circulation relationships. *J. Climate*, **4**, 927-938.
- Philander, S. G. (1990): *El Nino, La Nina, and the Southern Oscillation*. Acad. Press, 1-293.
- Rasmusson *et al.* (1990): The biennial component of ENSO variability. *J. Mar. Sys.*, **1**, 71-90.
- Ropelewski, C. F. and M. S. Halpert (1987): Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Nino/southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 1606-1626.
- Semazzi, F. H. M. *et al.* (1988): An investigation of the relationship between Sub-saharan rainfall and global sea surface temperatures. *Atmosphere-Ocean*, **26**, 118-138.
- Walker, G. T. and E. W. Bliss (1932): World weather V. *Mem. Roy. Met. Soc.*, **4**, 53-84.
- Whitmore, T. C. (1975): *Tropical Rainforests of the Far East*. Clarendon Press, 43-51.
- Wolter, K. (1989): Modes of tropical circulation, Southern Oscillation, and Sahel rainfall anomalies. *J. Clim.*, **2**, 149-172.
- Yasunari, T. (1979): Cloudiness Fluctuations Associated with the Northern Hemisphere Summer Monsoon. *J. Meteor. Soc.*, **57**, 227-242.
- Yasunari, T. (1980): A quasi-stationary appearance of 30 to 40 day period in the cloudiness fluctuations during the summer monsoon over India. *J. Meteor. Soc. Japan*, **58**, 225-229.
- Yasunari, T. (1981): Structure of an Indian summer monsoon system with around 40-day period. *J. Meteor. Soc. Japan*, **59**, 336-354.
- Yasunari, T. (1981): Temporal and spatial variations of monthly rainfall in Java, Indonesia. *Southeast Asian Studies*, **19**, 170-186.
- Yasunari, T. (1985): Zonally propagating modes of the global east-west circulations associated with the southern oscillation. *J. Meteor. Soc. Japan*, **63**, 1013-1029.
- Yasunari, T. and R. Suppiah (1988): Some problems on the interannual variability of Indonesian monsoon rainfall. In: *Tropical Rainfall Measurements*, John S. Theon and N. Fugono (eds.), A Deepak Publ., 113-121.
- Yasunari, T. (1990): Impact of Indian monsoon on the coupled atmosphere/ocean system in the tropical Pacific. *Meteor. & Atmos. Phys.*, **44**, 29-41.
- 安成哲三(1990): 熱帯とモンスーン. 講座 東南アジア学 第二巻 東南アジアの自然(高谷好一編), 51-74. 弘文堂.
- Yasunari, T. (1991): The monsoon year —A new concept of the climatic year in the tropics. *Bull. American Meteor. Soc.*, **72**, 1131-1138.

- Yasunari, T. and Y. Seki (1992): Role of the Asian monsoon on the interannual variability of the global climate system. *J. Meteor. Soc. Japan*, **70**, 177-189.
- 安成哲三・小池俊雄 (1993): 地球の気候とアジアモンスーンの水循環. 科学, **63**, 626-634.

編著者略歴

たむら としかず
田村俊和

1943年 東京都に生まれる
1968年 東北大学大学院理学研究科修士課程修了
現在 東北大学大学院理学研究科教授・理学博士
専攻 自然地理学

かどむら ひろし
門村浩

1931年 広島県に生まれる
1956年 広島大学文学部卒業
現在 東京都立大学名誉教授・理学博士
専攻 環境変動論

しま だしゅうへい
島田周平

1948年 富山県に生まれる
1971年 東北大学理学部卒業
現在 東北大学大学院理学研究科教授・理学博士
専攻 人文地理学

うみ つ まさとも
海津正倫

1947年 東京都に生まれる
1978年 東京大学大学院理学系研究科博士課程修了
現在 名古屋大学文学部教授・理学博士
専攻 地形学

湿潤熱帯環境

定価はカバーに表示
してあります。

1995年12月1日 初版第1刷

編著者 田村俊和
島田周平
門村浩
海津正倫
発行者 朝倉邦造
発行所 株式会社朝倉書店

東京都新宿区新小川町6-29
郵便番号162
電話03(3260)0141
FAX 03(3260)0180

<検印省略>

© 1995 <無断複写・転載を禁ず>

中央印刷・渡辺製本

ISBN 4-254-16335-5 C 3025

Printed in Japan