

中国内蒙古自治区における降水量の長期変動解析

南家進吾¹・山本晴彦¹・山崎俊成¹・高山 成²・王 秀峰³

¹山口大学 大学院 創成科学研究科, ²大阪工業大学 工学部, ³北海道大学 農学研究院

1. はじめに

中国では2006年5月～9月に過去50年間で最悪の干ばつが発生し、中国の西部・中央部・北東部に影響を与え、少なくとも1,800万人分の飲料水が不足した。また、経済的損失は約29億ドル(当時のレートで約3,300億円)となり、死者は130人以上に上った。2007年9～11月にも中国で干ばつが発生し、日本の耕地面積の6倍以上にあたる約2,900万ヘクタールの耕作地に影響が認められた¹⁾。気象災害が発生する中で、降水解析の研究は重要なテーマとなっている。本研究では影響を受けている地域の中で、世界有数の乾燥地である中国内蒙古自治区に着目して降水量の長期変動解析を行った。

2. 研究領域

中国内蒙古自治区は北緯37° 26'～53° 23',東経97° 20'～126° 5'で中国の北部に位置している。面積は111.8万km²で草原の面積は総面積の74.6%を占めている。その内砂漠面積(砂丘と風蝕地を含む)が21.3万km²,ゴビ砂漠(草原に属する)面積が18.8万km²である²⁾。

内蒙古自治区は大部分が標高1,000m以上で西部では1,000m～2,000m,北東部では1,000m以下となっている。概略的には東部から西部へ降水量が減少するのに対応して,森林から砂漠へと異なった植生と土地利用が存在している。内蒙古東部のフルンベル(呼倫貝爾)市東部は大興安嶺山地を占め,年降水量が300～500mmで森林に覆われている。内蒙古西部のアラシャ(阿拉善)盟は,大部分の地域で年降水量が100mm以下で,砂漠が広がっている。両者の間にある地域は,年降水量が100～400mmの地域が多く,草原,農地及び中国で「沙地」と呼ばれる植生が少なく,一部に流動砂丘が見られる土地である。このような降水特性から内蒙古自治区は中国全土の草原の73.3%,森林の15.8%を有して³⁾おり内蒙古の気候は乾燥地に相当する。

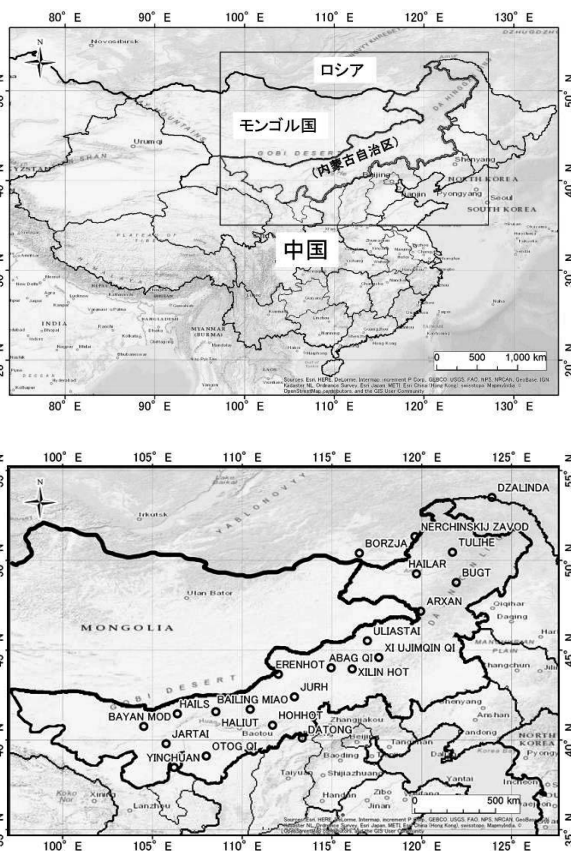


図1 内蒙古自治区の地理的位置(上)と拡大図(下)

3. 使用する気象データ

3.1. 北東アジア気象データベース (NEAMDB (Northeast Asia Meteorological database))

本データベースは、紙媒体の気象記録を山本⁴⁾がデータベース化したもので、日露戦争に勝利した日本が「満州・関東州(中国東北部), 朝鮮, 樺太(サハリン)」の3つの地域において設置した観測所の気象データが収録(収録期間は1906年~1943年)されている⁵⁾。

3.2. GHCN (Global Historical Climatology Network)

GHCNは、海洋と大気に関する調査と研究を専門とする

NOAA/NCDC(米国海洋大気庁気候データセンター)が公開している統合気象データベースであり、世界中の観測局からの気象データをアーカイブ化している。地点毎に気象要素や収録期間が異なり、本解析で使用したGHCN-Daily⁶⁾データには、日々の気温や降水量を始め、積雪深、風向・風速、土壌温度等のデータが圧縮ファイルで格納されている⁵⁾。データの収録期間は1763年~現在まで(中国は1942年~現在まで)となっており、本研究で使用した観測所22地点の地点情報と観測期間を表1にまとめた。解析には、中国内蒙古自治区(19地点)と国境沿いに位置するロシア(3地点)を使用した。図2には、データの種類と観測期間をまとめた地点名と緯度経度の一致した5地点についてはNEAMDBとGHCNを統合し長期データとして解析に使用し、22地点では平均約60年間分の長期データを用いて解析を行った。

表1 観測地点情報とデータ観測期間

地点情報					データ使用期間	
英語表記	日本語表記 (漢字、カタカナ)	北緯 (°)	東経 (°)	年平均降水量 (mm)	NEAMDB(年)	GHCN(年)
DZALINDA	ジャンリダ	53.5	123.9	294.4		1931~2012
NERCHINSKIJ	ネルチンスク	51.3	119.6	415.6		1936~2012
TULIHE	トルヘ	50.5	121.7	445.5		1957~2012
BORZJA	ボルジャ	50.4	116.5	290.1		1931~2012
HAILAR	ハイラル	49.3	119.7	347.5		1952~2012
BUGT	ブグト	48.8	121.9	473.6		1951~2012
ARXAN	アルシャン	47.2	119.9	449.7		1952~2012
ULIASTAI	ウリヤスタイ	45.5	117.0	258.3		1955~2012
XI UJIMQIN QI	西ウジムチン	44.6	117.6	340.4		1954~2012
ABAG QI	阿巴嘎	44.0	115.0	242.0	1942~1943	1952~2012
XLIN HOT	シリンホト	44.0	116.1	281.0		1952~2012
ERENHOT	エレンホト	43.7	112.0	140.0		1955~2012
JURH	西蘇尼特	42.4	112.9	215.4	1942~1943	1952~2012
BAILING MIAO	百靈廟	41.7	110.4	255.4	1942~1943	1953~2012
HOHHOT	厚和	40.8	111.7	405.5	1942~1943	1951~2012
DATONG	大同	40.1	113.3	377.2	1942~1943	1955~2012
HALIUT		41.6	108.5	139.1		1954~2012
HAILS		41.5	106.4	207.3		1970~2012
OTOG QI	オールドス	39.1	108.0	268.8		1954~2012
BAYAN MOD	バインモド	40.8	104.5	101.5		1957~2012
JARTAI	ヤルタイ	39.8	105.8	107.4		1955~2012
YINCHUAN	インチョワン	38.5	106.2	194.0		1951~2012

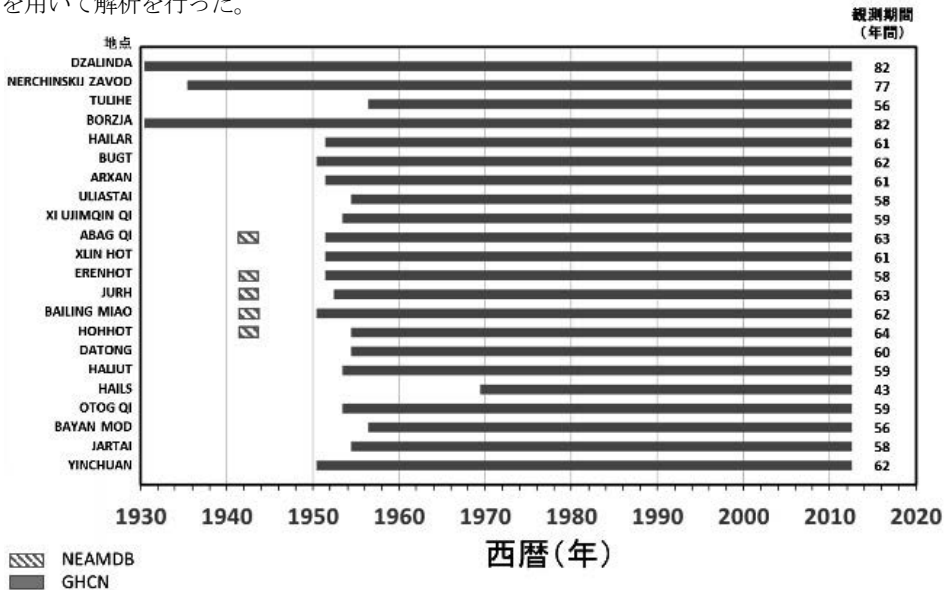


図2 データの種類と観測期間

4. 解析方法と結果

4.1. 雨季の検出

雨季の推定として雨季の開始・終了を降水変動積算値 $A(day)$ ^{7),8)}により推定した。

$$A(day) = \sum_{n=1}^{day} [r(n) - R] \quad (1)$$

図3に示すように、雨季の開始は(1)の降水変動積算値が連続して正であり増加していく最長期間の最初の日であるとし、雨季の終了は降水変動積算値が最大に達する日としている⁹⁾。

雨季は6月～9月中旬と推定されたが、本研究では月ごとに解析を行うため便宜上、6月～9月末までを雨季とした。1月～5月を乾季、6月～9月を雨季、10月～12月を乾季、として3つの期間に分けて解析を行った。

4.2. 年降水量の年次変動

年次変動は5年毎の移動平均を求め、近似曲線を用いて地点毎の傾きの大きさを算出し、Mann-Kendall 検定¹⁰⁾(有意水準5%)を用いて比較検討した(図3)。近似曲線の傾きが負であるものを絶対値の大きさに4段階に分けて、地図上に示した(図4)。

内陸については減少傾向が小さかったが、およそ全域で年降水量は減少傾向を示した。そのうち4地点では有意差検定により、年降水量が減少傾向にあることが確認された。

4.3. 降水日数の年次変動

本研究では、日降水量0.5mm以上は降水日、日降水量0.5mm未満は無降水日とした。降水日数(日降水量0.5mm以上)の年次変動解析の結果1月～5月(乾季)で変動は少なく、6月～9月(雨季)では南西部の2地点、中部から北東部にかけての12地点で減少傾向(図5)、10月～12月(乾季)においては中部を中心に7地点で増加傾向に有意差が確認された。

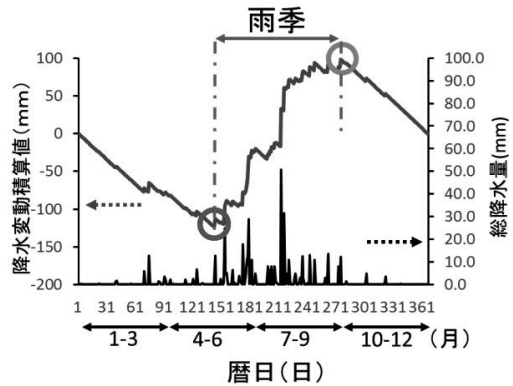


図3 降水変動積算値による雨季の推定

表2 年降水量の年次変動に対する近似曲線の傾きと有意差検定

地点	近似曲線の傾き	正	負
DZALINDA	0.45	+	
NERCHINSKIY ZAVOD	0.78	+	
TULIHE	-1.17		○
BORZIA	0.08	+	
HAILAR	-0.18		○
BUGT	-0.91		○
ARXAN	-1.13		○
ULIASTAI	-0.70		○
XI UJIJIN QI	-1.38		○
ABAG QI	-0.45		○
XLIN HOT	-1.12		○
ERENHOT	-0.34		○
JURH	-1.01		○
BAILING MIAO	-0.11		○
HOHHOT	-0.95		○
DATONG	-0.69		○
HALIUT	0.05	+	
HAILS	1.04	+	
OTOG QI	-0.15		+
BAYAN MOD	0.80	+	
JARTAI	-0.22		○
YINCHUAN	-0.48		○

有意差あり(増加傾向) + 傾きが正
 有意差あり(減少傾向) ○ 傾きが負
 有意差なし

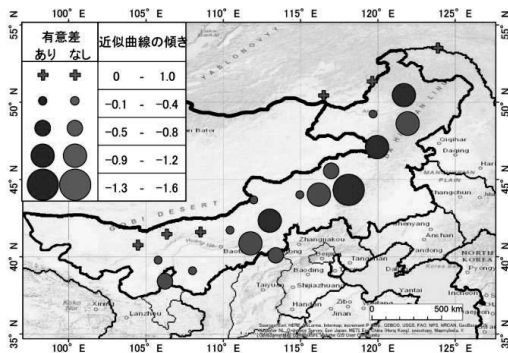


図4 年降水量の年次変動に対する近似曲線の傾き (分布図)

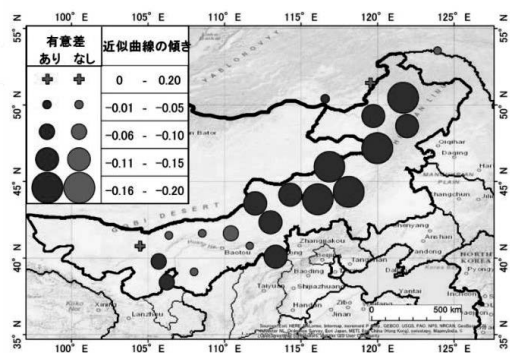


図5 雨季(6月～9月)における降水日数(日降水量0.5mm以上)の年次変動に対する近似曲線の傾き (分布図)

降水日数（日降水量 10.0mm 以上）の年次変動について全ての期間で解析したが、有意な変動はほとんど確認されなかった。

4.4. 無降水継続日数の年次変動

本研究では雨季(6月～9月)での無降水日の続いた日数のうち、最大のものを無降水継続日数とした。無降水継続日数は北東部3地点と中部2地点、南西部の1地点で増加傾向に有意差がみられ、降水日数が減少した地点と一致した。西部(JARTAI)と北東部を比較すると、西部の方がより増加傾向を示し、西部(JARTAI)では無降水継続日数が約60年間で1.5倍に増加する傾向が明らかになった。

5. まとめ

本研究において内蒙古自治区における降水量の長期変動解析を行った結果、年降水量はほぼ全域で減少傾向が確認され、内陸では減少傾向が小さかった。また、雨季(6～9月)において降水日数(日降水量 0.5mm 以上)は減少し、北東部と中部の地点ではさらに無降水継続日数も多くなることで、降水の現象に変化を生じていることが示唆された。近年、中国北部で特に内蒙古自治区は草原火災件数が増加傾向にある¹¹⁾ことも報告されていることから、今後は草原火災と降水や蒸散現象との関連性について解析する必要がある。

謝辞

本研究は、科学研究費助成金 基盤研究(B)「中国東北部の冷帯稲作地帯における気象・水資源の100年変動に基づく生産リスク予測(研究代表者：山本晴彦)」、科学研究費助成金 基盤研究(S)「過去120年間におけるアジアモンスーン変動の解明(研究代表者：松本淳)」により行った。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁(平成 27 年 3 月)異常気象レポート 2014 近年における世界の異常気象と気候変動～その実態と見直し～(Ⅷ)第 1 章 pp.1-4 http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/climate_change/2014/pdf/2014_full.pdf (2017 年 8 月 10 日閲覧)
- 2) 田 徳・林 農(2001)「中国・内蒙古における風力発電システムの開発と普及状況」『風力エネルギー』25 巻 1 号 pp.22-27
- 3) 額 爾 徳 尼・堀 田 紀 文・鈴 木 雅 一(2009)「中国内蒙古自治区における 1982-1999 年の植生変化についての NOAA/AVHRR データを用いた検討」『日本緑化工学会誌』, 35 巻 2 号 pp.338-350
- 4) 山本晴彦・王 秀峰・張 繼権・劉 玲・全 炳徳・李 定澤(2015)北東アジア気象データベース (<http://yamaharu-nds.jp/neamdb/>)
- 5) 山崎俊成・山本晴彦・王 秀峰・高山 成(2017)「中国東北部の寒冷地帯における稲作拡大の要因解析 第 2 報 北東アジア気象データベースと GHCN データを用いた温暖化解析」『自然災害研究協議会 中国地区部会 研究論文集』第 3 号 pp.45-48
- 6) Menne, M.J., I. Durre, R.S. Vose, B.E. Gleason, and T.G. Houston, 2012: An overview of the Global Historical Climatology Network-Daily Database. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 29, 897-910, doi:10.1175/JTECH-D-11-00103.1.
- 7) Liebman B, Marengo JA.2001. Interannual Variability of the Rainy Season and Rainfall in the Brazilian Amazon Basin. *Journal of Climate*14 : 4308-4318.DOI: 10.1175/1520-0442(2001)014.
- 8) Liebman B, Camargo SJ, Seth A, Marengo JA,Carvalho LMV, Allured D, Fu R, Vera CS.(2007).Onset and End of the Rainy Season in South America in Observations and the ECHAM 4.5 Atmospheric General Circulation Model. *Journal of Climate* 20:2037-2025.DOI:10.1175/JCLI4122.1
- 9) Hyungjun LEE・安田 裕・石山 俊 [他]・縄田 浩志・Mohamed Ahmed Mohamed ABD ELBASIT(2014)「ナイル川中流域ガダール川の降雨量時系列」『水文・水資源学会誌』 第 27 巻 第 1 号
- 10) Kendall, M.G. (1938) A new measure of rank correlation, *Biometrika*, Vol.30, pp.81-93
- 11) 張繼権, 山本晴彦, 劉興朋, 佟志軍(2010)「中国北部における草原火災リスクの時空間特性」『自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集』 34 号 pp.57-60

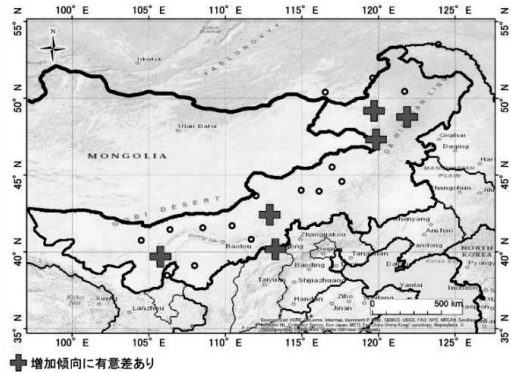


図 6 雨季 (6 月～9 月) における無降水継続日数 (降水量 0.5mm 未満) の年次変動 (分布図)