

## モンゴルの気候変動に関する半世紀の傾向 —北部と南部の違い—

鈴木 由紀夫

### はじめに

モンゴルの気候変動について調べてみると、世界の中でもモンゴルは特に気候変動による影響が大きいのではないかと思われる。その理由として、(1) 世界平均と比べてモンゴルは2倍以上の気温上昇傾向がみられる上に降水量が減少する傾向があり、内陸の乾燥地帯であるため草原や水資源などへのインパクトが大きいこと、(2) シベリアから続いている永久凍土がモンゴルに広く存在しており、温暖化により融解が進み生態系や水資源、産業などへの影響が大きいことなどが挙げられる。

モンゴルの気候変動が他の国と比較してどの程度なのか、また、モンゴルの北部と南部を比べて気候変動の現象にどのような違いがあるのか、1971年以降50年間の気象データをもとに分析してみたい。

### 1. モンゴルと世界平均及び北方国との比較

世界平均気温の変化をみると(図1)、1940年代から横ばいないしやや低下傾向にあった気温が1970年代から上昇基調になり現在までそのトレンドが続いている。1971年～2020年までの50年間の気温上昇のトレンド(直線回帰式の傾き)の100年分を計算すると、世界平均では1.85℃の上昇となる(以下、気温上昇の計算は同じ方法による)。

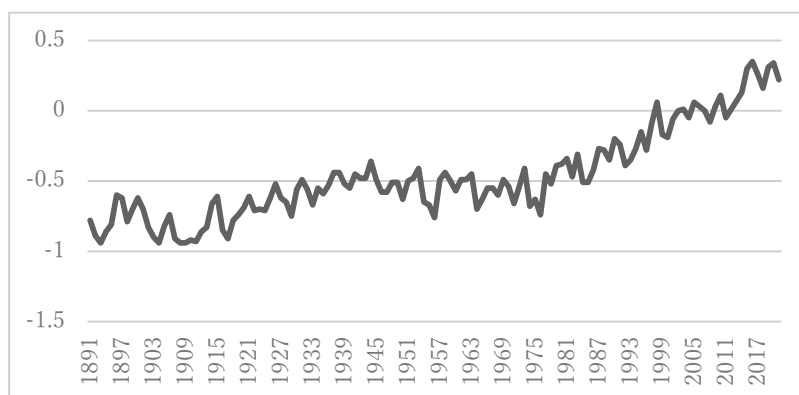


図1 世界平均気温偏差の推移(単位:℃)  
出所:気象庁

モンゴルの1971年～2020年までの50年間の気温の推移をみると（図3）、世界平均と同様にそれまでの気温の横ばい傾向（図2）と異なり、上昇基調に変わっている。このようなトレンドの変化を踏まえ、本稿においては、1971年から最新データの2020年までの50年間の気温と降水量のデータを分析する。なお、今年は日本・モンゴル国交樹立50年であり、国交開始後の期間において気候変動の動向を分析するということにもなる。

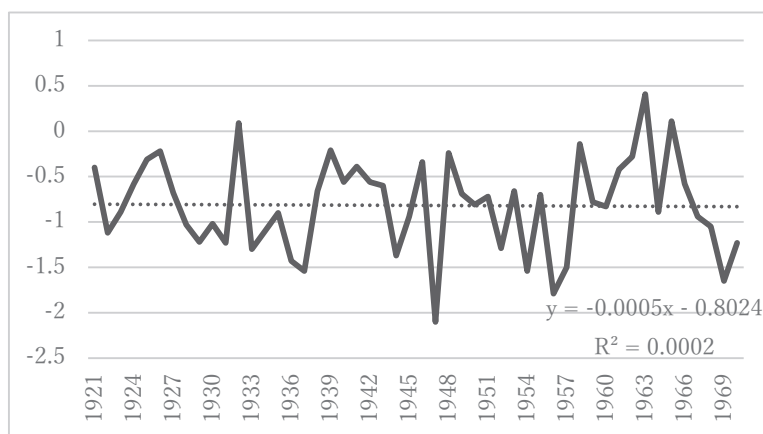


図2 モンゴルの気温の推移（1921年～1970年、単位：℃）

出所：World Bank Group Climate Change Knowledge Portalのデータより作成

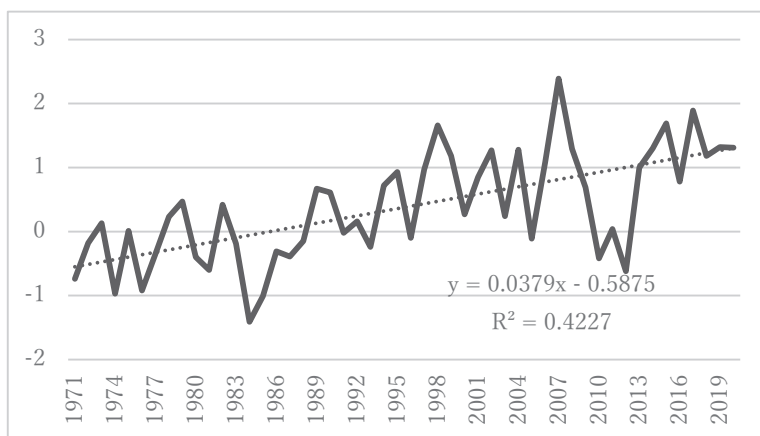


図3 モンゴルの気温の推移（1971年～2020年、単位：℃）

出所：World Bank Group Climate Change Knowledge Portalのデータより作成

図3に示すようにモンゴルの気温上昇は大きく、3.79℃と世界平均の2倍強の温暖化のスピードとなる。このモンゴルの温暖化速度が他の国と比較してどの程度なのかを把握するために北半球の高緯度国と比較する。

北半球の高緯度地域は、アイス・アルベドフィードバック<sup>1</sup>の効果により積雪や氷の被覆率が高いほど温暖化のスピードが速くなる傾向があるので、モンゴルより北に位置する北極圏を含む国々と比べた(図4)。この8か国の中でモンゴルだけが北極圏を含まず最も低緯度であるが、これらの国の中でモンゴルは気温上昇の大きさは中位にあり、グリーンランドに次ぐ。モンゴルはアジア中央高原に位置し、年間の平均降水量が240<sup>mm</sup>程度の乾燥地帯で、国土の8割が草原という特徴がある。温暖化による気温上昇の地域・国による違いの要因は多様かつ複雑で、緯度(積雪・氷の被覆率)要因以外にも、気候帯(降雨量、植生)、標高、大気・水蒸気の循環・輸送などの要因も大きいのではないかと考えられる。

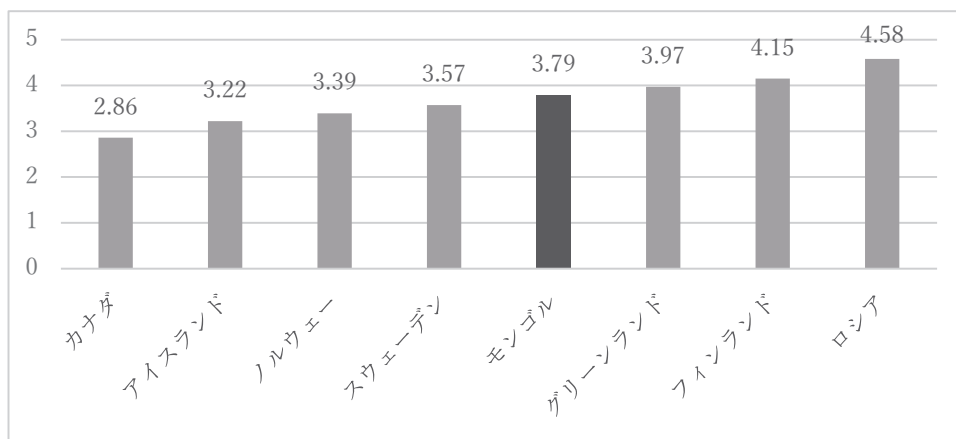


図4 モンゴルと北極圏を含む国との気温上昇の比較 (単位: °C)

出所: World Bank Group Climate Change Knowledge Portalのデータより作成

## 2. モンゴルの北部と南部における気温上昇と降水量変化の傾向

気温上昇や降水量変化要因の詳細な分析を行い、それらに基づいて気候モデルでシミュレーションを行えば、より適切な地域ごとの気候変動の予測が可能であろうが、手に余る手法なので、ここでは長期間のデータが得られる国・地域別の気温と降水量を用い、簡易な直線回帰式による分析を行った。

モンゴルは日本の国土の約4倍の面積を持ち、国の中に幾つかの異なる植生帯(区分)がある(図5)。主なものは、①北部の降水量が300~400<sup>mm</sup>程度ある森林草原帯・タイガ林(Forest steppe, Taiga forest)、②中央部の降水量が200<sup>mm</sup>~300<sup>mm</sup>程度の草原帯(Steppe)、そして、③南部ゴビ地域の降水量が約150<sup>mm</sup>以下の砂漠性草原帯・砂漠(Desert steppe, Desert)

<sup>1</sup> 温暖化で氷や積雪が減少し、太陽光の反射率(アルベド)の低下により、地表や海面に吸収される熱量が増加し、温暖化が加速する現象(気象研究所 保坂征宏「温暖化シミュレーションにみる雪氷と気候」[https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/2008/2008\\_07\\_0028.pdf](https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/2008/2008_07_0028.pdf))

が挙げられる。

これらの地帯区分で比較して気候変動の現象に違いがみられるかどうかをみるため、①北部の森林草原帯・タイガ林と、③南部の砂漠性草原帯・砂漠で温度と降水量の変化のトレンドを比較する。図6に示したように、①の区分の県(アイماغ)として、ボルガン、セレンゲ、フブスグル、アルハンガイ、ヘンティ(降水量の多い順)の5県、③の区分の県として、ウムヌゴビ、ゴビアルタイ、ドルノゴビ、ドンドゴビ、バヤンホンゴル(降水量の少ない順)の5県、計10県の気象データを比べた。

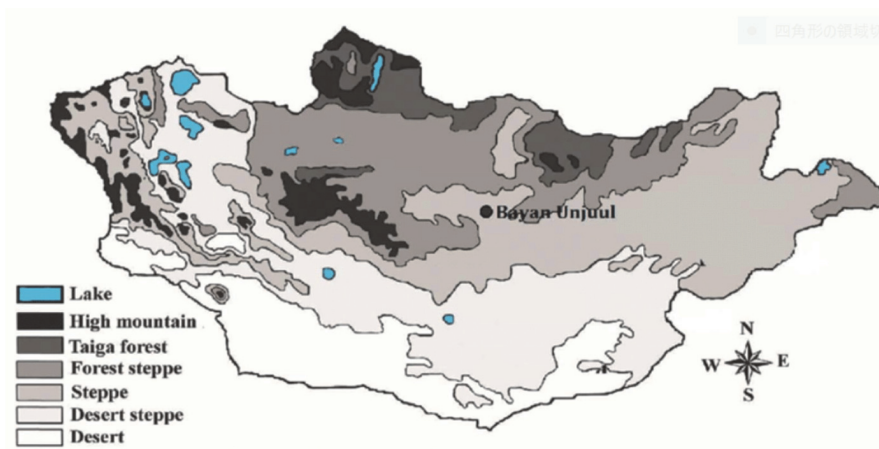


図5 モンゴルの植生帯

出所: [https://www.researchgate.net/figure/Map-of-mongolian-natural-vegetation-zones-and-the-experimental-site-at-Bayan-Unjuul\\_fig1\\_276497703](https://www.researchgate.net/figure/Map-of-mongolian-natural-vegetation-zones-and-the-experimental-site-at-Bayan-Unjuul_fig1_276497703)



図6 比較した北部県(森林草原帯・タイガ林)と南部県(砂漠性草原帯・砂漠)

注: 北部県名はイタリック体、南部県名はアンダーラインで示す

図7は、平均降水量(1991～2020年の30年平均)を横軸とし、気温上昇を縦軸とした県

ごとの散布図である。①の森林草原帯・タイガ林区分の県は、気温上昇のバラツキが大きい、③砂漠性草原帯・砂漠区分の県は、バラツキが小さく5県とも気温上昇が大きい。アイス・アルベドフィードバックによる説明とは逆に、南部の砂漠性草原帯・砂漠の方が、北部の森林草原帯・タイガ林よりも気温上昇が大きい傾向にある。北部の方が南部のゴビ地域よりも氷や雪の被覆率が高いのは確かであるので、氷や雪の被覆率よりも気温を押し上げる他の要因が大きいと考えられる。図7をみると、平均降水量が少ないほど気温上昇が大きい傾向がみられる。

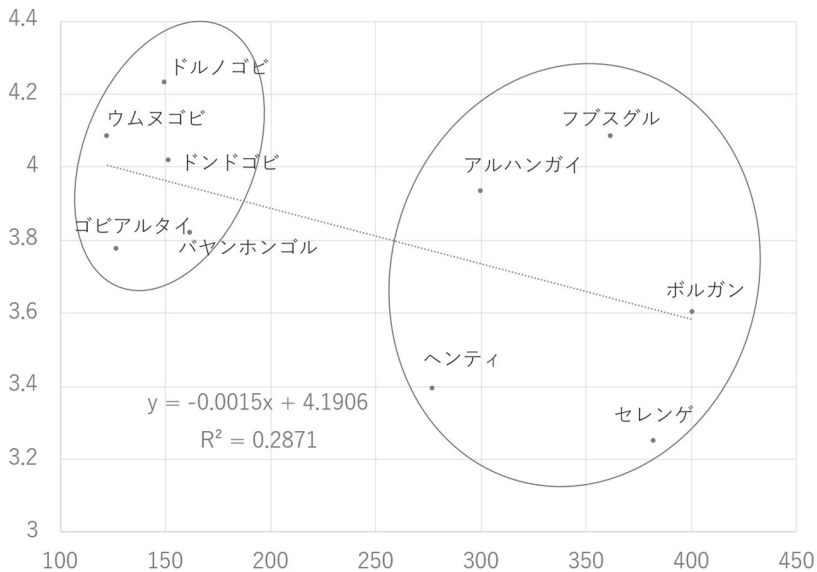


図7 平均降水量と気温上昇の関係(単位:横軸 mm、縦軸 °C)

出所: World Bank Group Climate Change Knowledge Portalのデータより作成

気候変動は、気温だけでなく降水量にも影響を与える。温暖化により地上からの蒸発散が盛んになり、大気中の水蒸気が増加することから世界全体としては温暖化が進むにしたがい降水量が増加する。しかし、これは地域、国によってバラツキがあり、モンゴルは降水量が減少する傾向にある(降水量変化率: -2.6%、1971-2020年の50年間の降水量変化のトレンドの100年分を平均降水量[1991-2020年の平均]で除した。以下、同じ)。図8は、図7と同じ県について、横軸は平均降水量、縦軸は降水量変化率で示している。平均降水量が少ない県ほど温暖化により降水量減少率が大きい傾向がみられ、もともと降水量が少ないゴビ地域においてさらに降水量の減少度合いが大きいことが予測される。ゴビ地域は、図7でみたように温暖化による気温上昇が大きい上に、降水量の減少率が大きく、砂漠性草原の砂漠化がさらに促進することが懸念される。

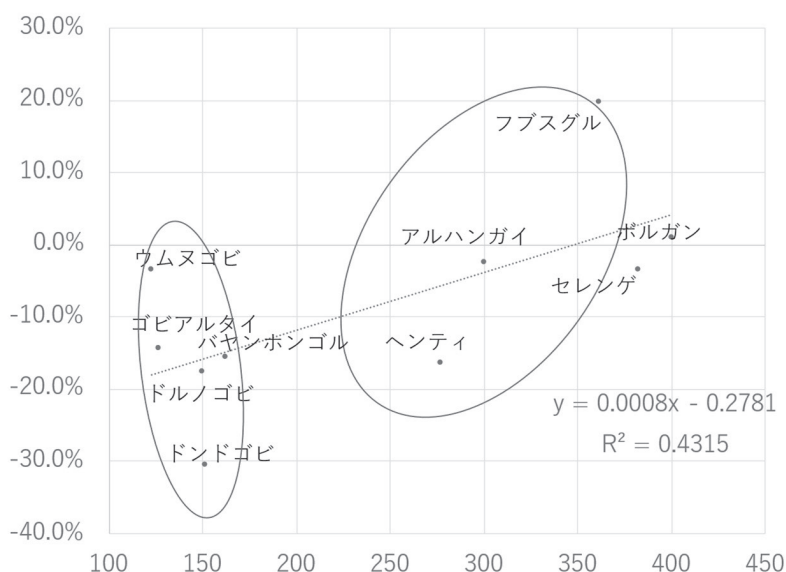


図8 平均降水量と降水量変化率の関係(単位:横軸 ㎍)

出所: World Bank Group Climate Change Knowledge Portalのデータより作成

表1 北部県(森林草原帯・タイガ林)の気象データ

	ボルガン	セレンゲ	フブスグル	アルハンガイ	ヘンティ
気温上昇(°C)	3.60	3.25	4.09	3.93	3.40
降水量変化率	0.9%	-3.4%	19.8%	-2.5%	-16.4%
平均降水量(㎍)	401	382	362	300	277

出所: World Bank Group Climate Change Knowledge Portalのデータより作成

表2 南部県(砂漠性草原帯・砂漠)の気象データ

	ウムヌゴビ	ゴビアルタイ	ドルノゴビ	ドンドゴビ	バヤンホンゴル
気温上昇(°C)	4.09	3.78	4.23	4.02	3.82
降水量変化率	-3.5%	-14.5%	-17.5%	-30.6%	-15.6%
平均降水量(㎍)	123	127	150	152	162

出所: World Bank Group Climate Change Knowledge Portalのデータより作成

## おわりに

モンゴルの北部(森林草原帯・タイガ林)と南部のゴビ地域(砂漠性草原帯・砂漠)で気候変動による気温上昇と降水量変化について分析した。モンゴルの北部は積雪や氷の被覆

率が南部よりも高いので、アイス・アルベドフィードバック現象によれば、北部の方の気温上昇が大きいという説明になるが、気象データの傾向をみると、逆に南部ゴビ地域の方の温暖化スピードが速い。

温暖化による気温上昇の地域による違いは、多くの要因がからんでいると考えられるが、降水量や植生も要因として大きいのではないだろうか。今後さらに乾燥地などにおける気候変動の傾向やその要因について調べ、理解を深めていきたい。

#### 参考資料

World Bank Group Climate Change Knowledge Portalの気温・降水量データ

<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>

(すずき・ゆきお 元モンゴル国派遣JICA専門家)