

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2013

課題番号：21310121

研究課題名(和文) モンゴルにおける砂塵嵐の遊牧に対する影響評価

研究課題名(英文) Impact assessment of dust storm in Mongolia on herders

研究代表者

篠田 雅人 (SHINODA, Masato)

鳥取大学・乾燥地研究センター・教授

研究者番号：30211957

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円、(間接経費) 3,720,000円

研究成果の概要(和文)：モンゴルの砂塵嵐の影響を、気象災害のリスク=大気現象の規模×遊牧社会の脆弱性(社会経済・保健医学・獣医学要因)という新しい枠組みでとらえ、気象解析により砂塵嵐の規模を評価するとともに、牧民の社会経済調査、健康調査、家畜の病理学調査により遊牧社会の脆弱性評価を行うことで、砂塵嵐が引き起こした影響を解明した。とくに、同じ規模の砂塵嵐が通過した地域でもその影響が異なる場合、遊牧社会の脆弱性に差異があるかを検討した。

研究成果の概要(英文)：The present study is aimed to make an impact assessment of dust storm in Mongolia on herders, regarding the risk as the product of scale of extreme weather and vulnerability of herders' society. The scale of dust storm was defined by a meteorological analysis, while the society's vulnerability was assessed by socioeconomic, human, and livestock health surveys. These investigations resulted in an overall impact assessment. Focus was placed on the regionality that the impacts varied depending on the vulnerability, even when a similar scale of storm affected a wider area.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・自然災害科学

キーワード：砂塵嵐 気象災害 リスク評価 脆弱性評価 モンゴル

1. 研究開始当初の背景

(1) 気候変動における極端な現象の解明: 「今後、極端な異常気象は増えるのか? その影響はどうなるのか?」この疑問に対して、IPCC 第4次報告書によると、今後、平均値で示される気候の温暖化・乾燥化ばかりでなく、極値を示すような現象の増加が予測されている。今春、モンゴルで発生した強い砂塵嵐(瞬間最大風速が40m/s以上)が観測史上最大規模の死者をもたらした。このような極端な現象はモンゴルの主要産業である遊牧への被害が大きいため、その特性やメカニズムの解明が危急の課題となっている。

(2) 遊牧生態系の持続性評価: 「災害に対する人々や地域社会の脆弱性を評価するには、どのような技術や手法が必要か?」この問題に対して、自然現象と社会現象を統合的に測る困難さのため、適切な普遍的モデルは開発されていない。2005年に発表されたミレニアム生態系評価によると、世界の陸地の約4割を占める乾燥地には世界人口の約3分の1が暮らしているが、福利の面で最も大きな困難に直面している。遊牧は乾燥地のなかでも最も乾燥した地域で営まれ、野外で放牧するため異常気象に対して最も脆弱な生業のひとつである。したがって、砂塵嵐の影響の解明には、異常気象のみならず、それを被る人間・家畜の健康や遊牧社会の脆弱性評価が必要とされる。

2. 研究の目的

(1) モンゴルの砂塵嵐の影響を、気象災害のリスク=大気現象の規模×遊牧社会の脆弱性(社会経済・保健医学・獣医学要因)という新しい枠組みでとらえ、気象解析により砂塵嵐の規模を評価するとともに、遊牧民の社会経済調査、健康調査、家畜の病理学調査により遊牧社会の脆弱性評価を行うことで、砂塵嵐が引き起こした影響を解明する。とくに、同じ規模の砂塵嵐が通過した地域でもその影響が異なる場合、遊牧社会の脆弱性に差異があるかを検討する。

(2) 新しい気象災害リスク評価: 本研究では、リスク=ハザード×発生の度合いという一般的なリスク評価の手法を、気象災害に応用するところに特色がある。すなわち、(1)で述べたような新しい枠組みでとらえ、気象災害の自然・社会的側面の解析をあわせて学融合型研究を行うことに特色がある。

(3) 新しい脆弱性評価方法: 気象災害に対する脆弱性を暴露、感受性、復元力の3要素で表現し(篠田2008)、それぞれの要素について、遊牧生活・行動に関連する社会経済要因・保健医学要因・獣医学要因で表現する手法を開発するところに独創性がある。

(4) 黄砂発生源試料を用いた健康影響評価: 従来、日本の諸都市や北京、ソウルなどの都

市で行われている黄砂(砂塵)の健康への影響評価は発生地域から遠く離れた場所へ飛来した黄砂を対象としており、その粒径や濃度は比較的小さい。本研究では、島田ら(Shimada et al. 2006; Inoue et al. 2008)がマウス実験で開発した手法を用い、発生源で採取された大・中粒子を主体とする黄砂標準試料および鳥取県に飛来し採取された黄砂試料を取り扱い、それぞれの黄砂試料による健康影響を比較検討するところに特色がある。

3. 研究の方法

既存の気象データの解析により、異常気象として当該砂塵嵐の規模(ハザード)を定量化するとともに、被災地の遊牧民を対象とした聞き取り調査により、砂塵嵐に遭遇したときの遊牧状況、それへの対応、保健医学調査、家畜の病理診断により、砂塵嵐の致死要因を調べ、遊牧社会の脆弱性をよく表現する指標群を考案する。この指標群を用いて、リスク=大気現象の規模×遊牧社会の脆弱性という定式化を行い、実際の被害状況の地域性をよく表現し、将来的にはリスク評価に利用できるモデルを構築する。

4. 研究成果

(1) 2008年5月終わりには、雪をともなった砂塵嵐が観測史上最大規模の52人の死者と約28万の家畜死をもたらし、大きな社会経済問題となったことを示した。

(2) 保健医学調査では、砂塵嵐の直後の影響として住民の眼症状や呼吸器症状の悪化が認められたこと、長期的な影響として家畜などの経済的な損失による健康関連の quality of life の低下したことが示された。また、砂塵による皮膚の痒みといったアレルギー反応を疑わせる症状が一部の住民にみられ、現地で採取した砂塵の成分分析を行った。

(3) 獣医病理学調査では、モンゴル国内の砂塵嵐に曝露された地域のヤギおよびヒツジの呼吸器臓器合計26例を入手し、病理学的に解析した。その結果、いずれの症例も砂塵由来ダストの肺組織・肺リンパ節内の蓄積、肺組織傷害像(肺気腫、肺胞壁の線維化)を示し、現地の家畜に砂塵嵐による健康被害が生じていることを示唆する所見が得られた。

(4) 社会経済調査では、2013年春季にモンゴル国北部で追加の聞き取り調査を行うとともに、ここ数年来実施してきた調査地域の事例データに基づいて比較を行い、とくに所有家畜頭数が多い牧民グループにおいて、移動戦略が気象災害に対する脆弱性に大きな影響を及ぼすという知見が得られた。

(5) 初年度からおおむね順調に研究が進展し、その成果は本研究に関わった多分野にわたる。たとえば、気象分野では Shinoda et al.

(2011, 2012)、Kurosaki et al. (2011a, b)、社会経済分野では Chimgee et al. (2010)、尾崎 (2010)、医学分野では Mu et al. (2013)、獣医学分野では Naote et al. (2010, 2012a, b) がある。Chimgee et al. (2010) は「応用数学の新時代」という学会の最優秀論文賞を受賞したほか、Kurosaki et al. (2011a) は AGU Research Spotlight (アメリカ地球物理学連合注目研究論文) に選ばれ、その内容をプレスリリースした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 52 件)

Jugder, D., M. Shinoda, R. Kimura, N. Sugimoto, I. Matsui, M. Nishikawa, and A. Shimizu: Estimation threshold winds for dust emission in dry land areas of Mongolia. *Aeolian Research*, in press. 査読あり

<http://www.journals.elsevier.com/aeolian-research/>

Abulitipu, A., R. Kimura, M. Shinoda, M. Mikami, M. Ishizuka, Y. Yamada, Y. Kurosaki, E. Nishihara, and B. Gantsetseg: An observational study of saltation and dust emission in a hotspot of Mongolia. *Aeolian Research*, in press. 査読あり

<http://www.journals.elsevier.com/aeolian-research/>

Etyemezian, V., J. A. Gillies, M. Shinoda, G. Nikolich, J. King, and A. R. Bardis: Accounting for surface roughness on measurements conducted with PI-SWRL: Evaluation of a subjective visual approach and a photogrammetric technique. *Aeolian Research*, Vol. 13, 35-50, June 2014. 査読あり

DOI:10.1016/j.aeolia.2014.03.002

Osada, K., S. Ura, M. Kagawa, M. Mikami, T. Y. Tanaka, S. Matoba, K. Aoki, M. Shinoda, Y. Kurosaki, M. Hayashi, A. Shimizu, and M. Uematsu: Wet and dry deposition of mineral dust particles in Japan: Factors related to temporal variation and spatial distribution. *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. 14, 1107-1121, January 2014. 査読あり DOI:10.5194/acp-14-1107-2014

Mu, H., S. Otani, M. Shinoda, Y. Yokoyama, K. Onishi, T. Hosoda, M. Okamoto and Y. Kurozawa: Long-term effects of livestock loss caused by

dust storm on Mongolian inhabitants: A survey 1 year after the dust storm. *Yonago Acta Medica*, Vol. 56, 39-42, March 2013. 査読あり

http://lib.med.tottori-u.ac.jp/yam/yam56-1/56_039-042.pdf

Ishizuka, M., M. Mikami, Y. Yamada, R. Kimura, Y. Kurosaki, D. Jugder, B. Gantsetseg, Y. Cheng and M. Shinoda: Dust events during the spring of 2012 in Tsogt-Ovoo, Mongolia. *Science Online Letters on the Atmosphere*, Vol. 8, 129-132, 17 November 2012. 査読あり DOI:10.2151/sola.2012-032

Jugder, D., N. Sugimoto, M. Shinoda, R. Kimura, I. Matsui, and M. Nishikawa: Dust, biomass burning smoke, and anthropogenic aerosol detected by polarization-sensitive Mie lidar measurements in Mongolia. *Atmospheric Environments*, Vol. 54, 231-241, July 2012. 査読あり

DOI:10.1016/j.atmosenv.2012.01.062

Kimura, R. and M. Shinoda: Estimation of surface soil water content from surface temperatures in dust source regions of Mongolia and China. *Environmental Earth Sciences*, Vol. 65, No. 6, March 2012. 査読あり

DOI:10.1007/s12665-011-1167-9

Shinoda, M., J. Gillies, M. Mikami, and Y. Shao: Temperate grasslands as a dust source: Knowledge, uncertainties, and challenges. *Aeolian Research*, Vol. 3, No. 3, 271-293, December 2011. 査読あり

DOI:10.1016/j.aeolia.2011.07.001

Jugder, D., M. Shinoda, N. Sugimoto, I. Matsui, M. Nishikawa, S.-U. Park, Y.-S. Chun, and M.-S. Park: Spatial and temporal variations of dust concentrations in the Gobi Desert of Mongolia. *Global and Planetary Change*, Vol. 78, 14-22, July 2011. 査読あり

DOI:10.1016/j.gloplacha.2011.05.003

Kurosaki, Y., M. Shinoda, and M. Mikami: What caused a recent increase in dust outbreaks over East Asia? *Geophysical Research Letters*, 38, L11702. 査読あり

DOI:10.1029/2011GL047494

Kurosaki, Y., M. Shinoda, M. Mikami, and B. Nandintsetseg: Effects of soil and land surface conditions in summer on dust outbreaks in the following spring in a Mongolian grassland. *Science Online Letters on the*

Atmosphere, Vol. 7, 69-72, May 2011. 査読あり DOI:10.2151/sola.2011-018
Osada, K., S. Ura, M. Kagawa, M. Mikami, T. Y. Tanaka, S. Matoba, K. Aoki, M. Shinoda, Y. Kurosaki, M. Hayashi, A. Shimizu, and M. Uematsu: Temporal and spatial variations of wet deposition flux of mineral dust in Japan. Science Online Letters on the Atmosphere, Vol. 7, 49-52, March 2011. 査読あり DOI:10.2151/sola.2011-013
Jugder, D. and M. Shinoda: Intensity of a dust storm in Mongolia during 29-31 March 2007. Science Online Letters on the Atmosphere, Vol. 7A, 29-31, March 2011. 査読あり DOI:10.2151/sola.7A-008
Chimgee, D., M. Shinoda, K. Tachiiri, and Y. Kurosaki: Why did a synoptic storm cause a dramatic damage in a limited area of Mongolia? Mongolian Population Journal, Vol. 19, 63-68, December 2010. 査読あり URL なし
Shinoda, M., R. Kimura, M. Mikami, M. Tsubo, E. Nishihara, M. Ishizuka, Y. Yamada, E. Munkhtsetseg, D. Jugder, and Y. Kurosaki: Characteristics of Dust Emission on the Mongolian Steppe: The 2008 DUVEX Intensive Observational Period. Science Online Letters on the Atmosphere, Vol. 6, 9-12, 23 January 2010. 査読あり DOI:10.2151/sola.2010-003
Kimura, R. and M. Shinoda: Spatial distribution of threshold wind speeds for dust outbreaks in northeast Asia. Geomorphology, Vol. 114, No. 3, 319-325, 15 January 2010. 査読あり DOI:10.1016/j.geomorph.2009.07.014

〔学会発表〕(計 36 件)

Shinoda, M.: High-impact weathers in a changing climate over arid Eurasia and proactive disaster management. IUTAM Symposium on the Dynamics of Extreme Events Influenced by Climate Change. Lanzhou, China, 23-25 September 2013.
Jugder, D., M. Shinoda, N. Sugimoto, I. Matsui, R. Kimura, M. Nishikawa, and N. Gansukh: Temporal and spatial distributions and transportation of dust and anthropogenic aerosols in Mongolia, Conference on Airborne Mineral Dust Contaminants: Impacts on Human Health and the Environment, Arizona, USA, 20-21 May 2013.

篠田雅人: 黄砂発生源としての草原: ユーラシアの真中で考えた. 日本生態学会第 60 回大会シンポジウム「気候変動に対する土壌生態系応答 グローバルおよび地域スケールにおけるモデル予測と現場研究のギャップを探る」静岡, 2013 年 3 月 5-9 日.

Shinoda, M. and B. Nandintseteg: An overview of Japanese research activities on dust emission and climate change. Sino-German Science Center Symposium "Dust and Climate Change: Past, Present and Future". Cologne, Germany, 21-22 September 2011.

Shinoda, M.: Recent increases of wind erosion and vegetation degradation over East Asia. International Symposium on Combating Desertification in East Asia. Fukuoka, Japan, 7-8 February 2011.

Shinoda, M.: The Dust-Vegetation Interaction Experiment (DUVEX) for dust-emission modeling and early warning. International Symposium on Multiphase Flow in Atmospheric Boundary Layer: Wind Erosion, Dust Storms, Sand Saltation, Snow Drift. Lanzhou, China, 16-18 October 2009.

〔図書〕(計 16 件)

Shinoda, M.: Land: Proactive Management of Drought and Its Derived Disasters. In R. Shaw and T. Phong eds.: Environment Disaster Linkages. Community, Environment and Disaster Risk Management, Vol. 9, Emerald Publishers, Bingley UK, 61-78, January 2012. ISBN978-085-724-865-7
篠田雅人: 『砂漠と気候 改訂版』成山堂書店, 東京, 169p, 2009 年 4 月 8 日. ISBN4-425-55132-3

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.alrc.tottori-u.ac.jp/japanese/organization/shinoda.pdf>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

篠田 雅人 (SHINODA Masato)

鳥取大学・乾燥地研究センター・教授
研究者番号：30211957

(2)研究分担者

尾崎 孝宏 (OZAKI Takahiro)

鹿児島大学・法文学部・准教授

研究者番号：00315392

大谷 眞二 (OTANI Shinji)

鳥取大学・医学部・講師

研究者番号：10314577

島田 章則 (SHIMADA Akinori)

麻布大学・生命・環境科学部・教授

研究者番号：20216055

黒崎 泰典 (KUROSAKI Yasunori)

鳥取大学・乾燥地研究センター・助教

研究者番号：40420202