

北海道東部，別保原野に分布するハンモック状微地形

—内部構造の記載と堆積物の試料分析—

Sedimentological Features of Hummocky Microforms in Beppo Mire, Eastern Hokkaido, Japan

高石 翔^{*}，尾方 隆幸^{**}

Sho TAKAISHI^{*} and Takayuki OGATA^{**}

Abstract

In eastern Hokkaido, deep seasonal frost enhances freeze-thaw processes, which forms hummocky microforms on seasonally frozen mires. Field observations were undertaken in Beppo Mire (43° 01' N, 144° 31' E), which is covered with sedge and other herbs, surrounded by oak forest. Hummocks lie on the whole of sedgy mire. Their sediments consist of silty soil with low organic materials. Silty mineral soil shows low density, which may suggest frost heave and uneven subsidence processes.

キーワード：ハンモック，季節凍土，構造土，スゲ

Key words : hummocks, seasonal frost, patterned ground, sedge

I. はじめに

永久凍土地域および季節凍土地域には，凍結融解作用に起因するさまざまなタイプのハンモック状微地形が形成される（たとえば，Washburn, 1979）。しかし，これらの微地形の呼称は，"earth hummocks" "thufur" "pounus" など，実に多様であり，国際的に統一した見解があるとは言いがたい（Grab, 2005）。日本にも，北海道東部などに周氷河性と考えられているハンモック状微地形が分布するが，地形学的な定義は定まっていない（尾方，2006）。

北海道東部にみられるハンモック状微地形として，山田（1959）は，「谷地坊主」と「十勝坊主」を記載した。両者は植生や土壌，分布地の水文環境などに違いがあるとされるが，どちらも周氷河性の構造土であると結論づけている。また，いずれも海外で記載されている微地形とは異なるもの

のようだと指摘している。一方，北海道のハンモック状微地形を「アースハンモック」とみなした周氷河地形学からの研究もなされてきた（小疇ほか，1974；沖田ほか，1979；曾根ほか，1999；天井澤，2004など）。

こうした状況の中，筆者の1人である尾方は，「谷地坊主」「十勝坊主」「アースハンモック」の三者の関係がはっきりしていないという立場から，スゲ湿原に形成される微地形の調査を進めている。根室半島のスゲ湿原では，中緯度季節凍土帯としては比較的大型のハンモック状微地形が形成されていること（Ogata, 2007；小林，2007），スゲ湿原の不均一な植被が差別凍上を促している可能性（Ogata and Wakamatsu, 2008）などが報告されているが，スゲ湿原に形成されるハンモック状微地形の内部構造については，十分な調査がなされていない。

^{*}琉球大学教育学部（学生）／Student, University of the Ryukyus, Japan

^{**}琉球大学教育学部／Faculty of Education, University of the Ryukyus, Japan

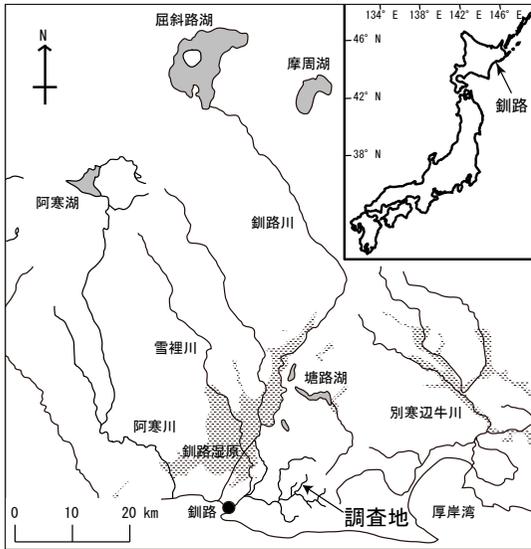


図1 別保原野の位置

そこで筆者らは、スゲ湿原におけるハンモック状微地形（以下「ハンモック」とする）の内部構造を明らかにするため、北海道東部の釧路町に位置する別保原野（北緯 $43^{\circ} 01'$ ，東経 $144^{\circ} 31'$ ，図1）で調査を行った。本稿では、ハンモック分布域の植生調査、内部構造の記載、堆積物試料のサンプリングと室内分析（密度と強熱減量の測定）の結果を報告する。なお、調査地に近い釧路市の年平均気温は 6.4°C （アメダス地点釧路における1990～2009年の平均値）で、小疇ほか（1974）の指摘するアースハンモックの形成条件「年平均気温 6°C 以下」からみると、分布限界付近に位置している。

II. 調査方法

2010年8月下旬から9月上旬にかけて野外調査を実施した。まず、携帯GPS（GARMIN社COLORADO 300）を用いて、調査地の相観植生図を作成した。次に、調査地に分布するハンモックから4つ（以下、ハンモック1～4とする）を選定し、高さ（ H ）・長径（ L ）・短径（ W ）および長軸の向きを測定した。その際、ハンモックのサイズを正確に測定するため、ハンモック上およびその周囲の植生を、ねじりガマで取り除いた。高さ・長径・短径の測定には巻尺と折尺を、長軸の向きにはクリノメーターを用いた。

続いて、形状を計測したハンモックをスコップ

で切断し、さらにピットを掘り、ハンモック部分を含めた切断面をねじりガマで整形した。その切断面を観察し、ハンモック間の平坦面（ハンモック基部）から70 cmまでの深さの層序と堆積物を、1 mm方眼紙に記載した。そして、ハンモック1から5試料、ハンモック2から6試料、ハンモック3から6試料、ハンモック4から5試料、合計22の堆積物試料を、100 ccコアサンプラーで採取した。8月26日および28日の同時刻（16時30分）には、4つのハンモックおよび調査地内の井戸で、ハンモック基部（井戸の場合は地表面）から地下水面までの深さ（以下、これを地下水位とする）を測定した。

2010年9月下旬に、すべてのハンモックの堆積物試料について、密度と強熱減量を測定した。採取された試料を、るつぽに入れて炉乾（ 110°C ，24時間）させ、電子天秤で乾燥重量を求めた。続いて、得られた乾燥試料をマッフル炉に入れ、 600°C で4時間燃焼させ、改めて電子天秤で重量を測定し、測定前後の重量から強熱減量を求めた。

III. 調査結果

1. ハンモック分布地の植生

調査地は、標高約20 mの平坦面に広がる約250 m × 150 mの湿地で、ミズナラを主体とする森林がこの湿地を取り巻いている。湿地の西端を上別保川が南流し、調査地の中央には国道272号線が通る。調査地では、スゲ（カブスゲ：*Carex caespitosa* L.）の卓越しているところのほぼ全域にハンモックがみられる。カブスゲは、谷地坊主を構成するスゲである（山田，1959）。

図2に調査地の相観植生図を示す。スゲ湿原は調査地の西部に広がり、そのほぼ全域にハンモックが分布する。スゲ湿原には、部分的に、ヨシ、ハンゴンソウ、オオブキ、ホザキシモツケも生育する。ヨシ湿原は調査地の東部に多く、スゲ類が混生することもあるが、ハンモックは形成されていない。ハンゴンソウ草原は、調査地の西部のミズナラ林に沿うように分布し、スゲが混生しているところには局所的にハンモックが形成されている。国道272号線の両側には水路があり、水路沿いにはオオブキ草原がみられる。調査地の北東部と南端にはホザキシモツケ林が点在する。

2. ハンモックの記載

測定されたハンモックの形状データを表1に示す。長径 (L) と短径 (W) のデータから、平均径 (D) を $(L + W) / 2$ として求めた。また、平面形の長円度および断面形の突出度をみるため、 W/L 比と H/D 比を求めた。高さ、長径、短径、平均径を4つのハンモックで平均すると、それぞれ 30.8 cm, 84.0 cm, 46.8 cm, 65.4 cm であった。長軸の向きに規則性はみられなかった。 W/L 比と H/D 比の平均値はそれぞれ 0.56 と 0.48 であり、平面形は楕円で、断面形は横長の場合と縦長の場合があった。

ハンモックの断面図を図3に示す。すべてのハンモックで、頂部に厚さ 1~4 cm の未分解の植物遺体が堆積していた。ハンモック内部は黒褐色のシルト質堆積物 (以下、黒褐色シルト質土) で充たされ、およそハンモック基部を境に、その下位は茶褐色のシルト質堆積物 (以下、茶褐色シルト質土) で構成されていた。この堆積物はハンモック

ク基部から約 70 cm 深まで確認され、それ以下も同様の堆積物が続いていると推察される。茶褐色シルト質土中には、層厚 1~3 cm でほぼ水平に堆積するテフラが、13~22 cm 深に狭在していた。堆積物のインボリューション (クリオターベーション) 構造は確認されなかった。

ハンモックの地下水水位は、8月26日には 21.6~44.7 cm, 8月29日では 30.5~52.3 cm であった。井戸の地下水水位は、8月26日には 39.5 cm, 8月29日では 47.0 cm であった。

堆積物試料の密度プロファイルを図4に、強熱減量のプロファイルを図5に示す。強熱減量は、黒褐色シルト質土で 4.2~11.2%, 茶褐色シルト

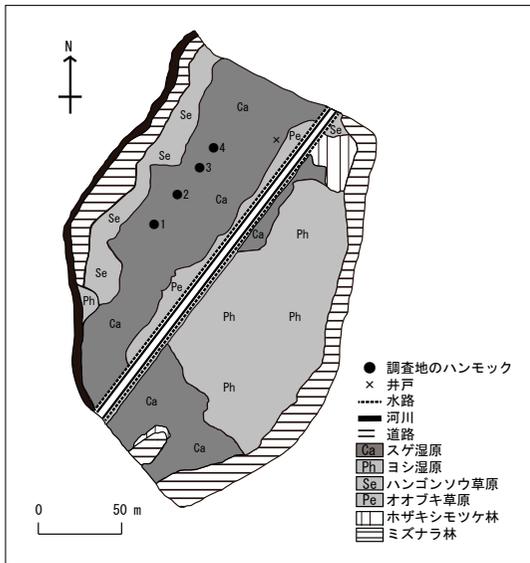


図2 調査地の相観植生図

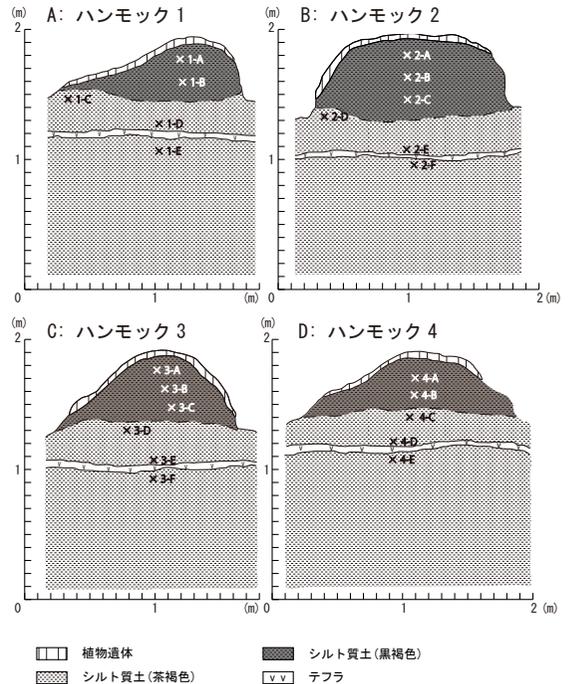


図3 ハンモックの断面図

×はサンプリングした位置。スケールは10 cm 目盛。黒褐色シルト質土と茶褐色シルト質土の境界は、土質がほぼ均一であったので、破線で示した。

表1 ハンモックの形状データ

	ハンモック1	ハンモック2	ハンモック3	ハンモック4	平均
高さ H	27.2	30.4	35.5	30.2	30.8
長径 L	81.5	78.4	79.5	96.6	84.0
短径 W	56.0	43.5	43.5	44.0	46.8
平均径 D	68.8	61.0	61.5	70.3	65.4
長軸の向き	N70° E	N20° E	S60° E	S50° E	-
短径/長径 W/L	0.69	0.55	0.55	0.46	0.56
高さ/平均径 H/D	0.40	0.50	0.58	0.43	0.48

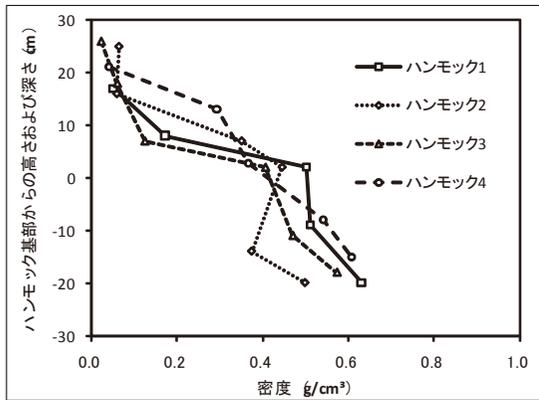


図4 堆積物の密度プロファイル

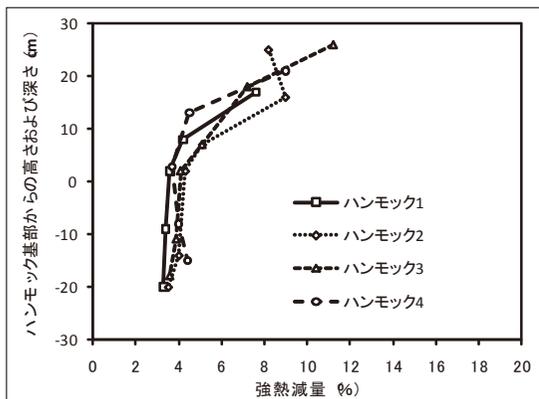


図5 強熱減量のプロファイル

質土で3.3～4.4%であった。密度は、黒褐色シルト質土で0.02～0.35 g/cm³、茶褐色シルト質土で0.37～0.63 g/cm³の範囲にあった。全体的に、ハンモック内部を充たしている黒褐色シルト質土の密度が低く、ハンモック基部のあたりで急激に密度が高くなっている。以下、個々のハンモックについて詳述する。

(1) ハンモック1

地下水位は、8月26日には21.6 cm、8月29日では30.5 cmで、計測したハンモックの中で最も浅い位置にあった。短径が最も大きく、 W/L 比と H/D 比はそれぞれ0.69と0.40で、平面形はやや円に近く、断面形は横長であった。

ハンモック内部の黒褐色シルト質土(1-Aおよび1-B)では、それぞれ、強熱減量が7.6%および4.2%、密度が0.05 g/cm³および0.17 g/cm³であった。ハンモック直下の茶褐色シルト質土(1-C)

では、強熱減量が3.6%、密度が0.50 g/cm³であった。テフラの層を挟む茶褐色シルト質土(1-Dおよび1-E)では、それぞれ、強熱減量が3.4%および3.3%、密度が0.51 g/cm³および0.63 g/cm³であった。

(2) ハンモック2

地下水位は、8月26日には33.4 cm、8月29日では41.5 cmであった。短径と平均径が最も小さく、 W/L 比と H/D 比はそれぞれ0.55と0.50と、平面形は楕円で、断面形は完全な半円であった。

ハンモック内部の黒褐色シルト質土(2-A, 2-B, 2-C)では、それぞれ、強熱減量が8.2%、9.0%、5.1%で、密度は0.06 g/cm³、0.06 g/cm³、0.35 g/cm³であった。ハンモック直下の茶褐色シルト質土(2-D)では、強熱減量が4.3%、密度が0.45 g/cm³であった。テフラの層を挟む茶褐色シルト質土(2-Eおよび2-F)では、それぞれ、強熱減量が4.0%と3.5%、密度が0.37 g/cm³と0.50 g/cm³であった。

(3) ハンモック3

地下水位は、8月26日には44.7 cm、8月29日では52.3 cmで、計測したハンモックの中で最も深い位置にあった。高さが最も大きく、短径は最も小さかった。 W/L 比と H/D 比はそれぞれ0.55と0.58であり、平面形は楕円で、断面形はやや縦長であった。

ハンモック内部の黒褐色シルト質土(3-A, 3-B, 3-C)では、それぞれ、強熱減量が11.2%、7.2%、5.1%で、密度は0.02 g/cm³、0.06 g/cm³、0.12 g/cm³であった。ハンモック直下の茶褐色シルト質土(3-D)では、強熱減量が4.1%、密度が0.41 g/cm³であった。テフラの層を挟む茶褐色シルト質土(3-Eおよび3-F)では、それぞれ、強熱減量が3.9%と3.6%、密度が0.47 g/cm³と0.57 g/cm³であった。

(4) ハンモック4

地下水位は、8月26日には38.6 cm、8月29日では48.8 cmであった。長径と平均径が最も大きく、 W/L 比と H/D 比はそれぞれ0.46と0.43と、平面形は楕円で、断面形はやや横長であった。

ハンモック内部の黒褐色シルト質土（4-A および 4-B）では、それぞれ、強熱減量が 9.0% および 4.5%、密度が 0.04 g/cm³ および 0.29 g/cm³ であった。ハンモック直下の茶褐色シルト質土（4-C）では、強熱減量が 3.7%、密度が 0.37 g/cm³ であった。テフラの層を挟む茶褐色シルト質土（4-D および 4-E）では、それぞれ、強熱減量が 4.0% および 4.4%、密度が 0.54 g/cm³ および 0.61 g/cm³ であった。

IV. まとめ

本稿では、別保原野のスゲ湿原に形成されているハンモックを記載し、堆積物の密度と強熱減量を求めた。調査した 4 つのハンモックの平均高さ・長径・短径・平均径はそれぞれ、30.8 cm, 84.0 cm, 46.8 cm, 65.4 cm であった。ハンモック内部のほとんどは黒褐色シルト質土で充たされており、ハンモック基部付近を境に、それ以下は茶褐色シルト質土からなっていた。黒褐色シルト質土の密度は 0.02 ~ 0.35 g/cm³、強熱減量は 4.2 ~ 11.2% で、茶褐色シルト質土の密度は 0.37 ~ 0.63 g/cm³、強熱減量は 3.3 ~ 4.4% であった。ハンモック内部を充たす黒褐色シルト質土は、その下位にある茶褐色シルト質土に比べて、密度が低く、強熱減量が高かった。

調査したハンモックは、内部を充たす堆積物の強熱減量が低いため、植物体そのものによって形成された微地形とは考えにくい。ハンモック内部の堆積物が低密度であったことを考えると、天井澤 (2004) が推察している、凍上と不等沈下によって形成された微地形である可能性がある。また、植生からみると、ハンモックを被覆しているカブスゲは谷地坊主を構成する種である。これらの点と気候条件を考え合わせながら、別保原野のスゲ湿原に形成されているハンモックが周氷河プロセスによって形成されたものかどうか、検討が必要である。

謝辞

本稿は、筆者の 1 人である高石が琉球大学教育学部生涯教育課程自然環境教育コースに提出した卒業論文の一部をまとめたものである。野外調査および現地での試料分析に際し、北海道教育大学釧路校の池田保夫先生、神田房行先生、大学院生の佐野友亮さんに、多大なご協力をいただいた。琉球大学教育学部自然環境教育教室および理科教育教室の先生方には、発表会において有益なご意見をいただいた。以上の皆様に記してお礼を申し上げます。

参考文献

- 天井澤 暁裕 (2004) : 根室半島におけるアースハンモック分布地域の気温・地温観測からみた凍結・融解サイクル。駿台史學, 123, 99-112.
- 尾方隆幸 (2006) : 日本に分布する小規模凍結マウンドの分類、定義とその問題点。日本地理学会発表要旨集, 70, 34.
- 沖田良隆・斎藤万之助・赤沢 伝 (1979) : 釧路市美濃のアースハンモック。土木試験所月報, 316, 1-19.
- 小嶋 尚・野上道男・岩田修二 (1974) : ひがし北海道の化石周氷河現象とその古気候学的意義。第四紀研究, 12, 177-191.
- 小林 誠 (2007) : ハンモック状構造土の形態に関する比較研究—根室半島, スピッツベルゲン島, スイスアルプスを事例として。筑波大学第一学群自然学類地球科学専攻卒業論文。
- 曾根敏雄・原田鉦一郎・田中静幸 (1999) : 別海町ケネヤウシュベツ川沿いのアースハンモック。北海道地理, 73, 1-9.
- 山田 忍 (1959) : 野地坊主と十勝坊主について。日本土壤肥料科学雑誌, 30, 49-52.
- Grab, S. W. (2005): Aspect of the geomorphology, genesis and environmental significance of earth hummocks (thufur, pounus): Miniature cryogenic mounds. *Progress in Physical Geography*, 29, 139-155.
- Ogata, T. (2007): Morphology and environmental factors of periglacial hummocks in the Nemuro Peninsula, Northern Japan. *Geographical Review of Japan*, 80, 246-258.
- Ogata, T. and Wakamatsu, N. (2008): Vegetation on and around periglacial hummocks in the Nemuro Peninsula, Northern Japan. *Quarterly Journal of Geography*, 60, 89-95.
- Washburn, A. L. (1979): *Geocryology: A survey of periglacial processes and environments*. Arnold, London.