



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	山地傾斜地におけるGPS(Global Positioning System)を用いた放牧家畜の位置測定の精度
Author(s)	安江, 健; 近藤, 誠司; 大久保, 正彦 他
Citation	北海道大学農学部牧場研究報告, 15, 47-53
Issue Date	1994-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/48946
Type	departmental bulletin paper
File Information	15_47-53.pdf



山地傾斜地における GPS (Global Positioning System) を用いた放牧家畜の位置測定の精度

安江 健・近藤 誠司・大久保正彦・朝日田康司

北海道大学農学部

要 約

安江 健・近藤誠司・大久保正彦・朝日田康司 (1994) 山地傾斜地における GPS (Global Positioning System)を用いた放牧家畜の位置測定の精度, 北海道大学農学部牧場研究報告, 15: 47-53

山地傾斜地において, GPS (Global Positioning System) を用いた放牧牛の位置測定の可能性を検討するため, 本学附属牧場内53の地点において, 市販の GPS 携帯用小型受信機による位置測定を行い, その精度について検討した。使用した GPS 携帯用小型受信機は SONY 社製「PYXIS」であった。各測定場所における PYXIS の測定結果と実際の位置の差を誤差として算出し, 誤差分布の95%信頼区間を PYXIS の測定精度とした。得られた結果は次の通りである。1) 沢底の2ヵ所の地点では GPS 衛星の電波を受信できず, さらに2ヵ所の沢底の地点では測定誤差が特に大きかった。2) 南北方向での誤差の標準偏差は牧草地 (n=18), 道路上 (n=15), 樹林地 (n=14) でそれぞれ73, 77, 81 m, 東西方向でそれぞれ51, 83, 81 m であり, 樹林地では特に誤差の変動が大きかった。3) 南北方向での測定精度は牧草地, 道路上, 樹林地でそれぞれ -15 ± 143 , -2 ± 151 , -52 ± 159 m, 東西方向でそれぞれ -16 ± 100 , 41 ± 163 , 25 ± 159 m であった。4) 以上から GPS は広大な面積の牧区における放牧家畜の日間の移動等の観察には使用できるが, 群内の個体の分布等の測定には現在の精度ではやや問題があった。

キーワード: 山地傾斜地, GPS, 位置測定の精度, 放牧家畜

緒 言

山地傾斜地における効果的な放牧管理技術を確立するためには, 放牧牛の各行動のエソグラムや行動時間の他に牧区内位置に関する情報が必要となる。放牧牛の位置に関する情報は, 国内, 外いずれの研究においてもその多くは肉眼による連続観察により収集されている。しかし肉眼による観察では, 牧区面積が大きい場合, 観察頭数が多い場合や地形が複雑な場合には多大な労力を必要とするだけでなく, データの精度自体が低下する可能性があり, 位置の測定・記録の自動化が強く望まれる。

野生動物の位置測定法には主にラジオトラッキング法が用いられている¹⁾²⁾。しかし動物に電波発信機を装着し, 電波の発信源の方向を測定することにより動物の位置を測定する方法は, 地形が複雑な場合には電波の性質上測定精度が低下したり, 受信が不可能であったりする場合が多く³⁾, 放牧家畜ではあまり利用されていない。ラジオトラッキング法以外の位置測定法の1つに GPS (Global Positioning System) の利用が挙げられる。これは地球上を周回する

人工衛星の電波を利用し、世界中のあらゆる地点における正確な位置を緯度、経度として知ることができるシステム⁴⁾である。高高度からの電波を利用する本システムは電波が地形の影響を受けずらく、山地傾斜地における位置測定に有効であると考えられる。近年 GPS の携帯用小型受信機が市販されるようになり、主に自動車や船舶、航空機の簡易ナビゲーションシステムとして広く一般に使用され始めている。この携帯用小型受信機と携帯用電子記録装置を組み合わせ、牛に装着することができれば放牧牛の位置を簡便にかつ正確に測定、記録できる可能性がある。

そこで本報では、山地傾斜地での GPS による放牧牛の位置測定の可能性について検討するための予備調査として、本学附属牧場内53の地点において市販の GPS 携帯用小型受信機による位置測定を行い、その精度について検討した。

材料および方法

使用した GPS 携帯用小型受信機は、SONY 社製「PYXIS」である。その大きさは幅 100×高さ 175×奥行 39 mm、バッテリーを含む全重量が 590 g、保証精度が見通しの良いところで 30 m 以内と非常に高性能な小型受信機である。GPS 衛星は本調査実施時で22機であり、これら各衛

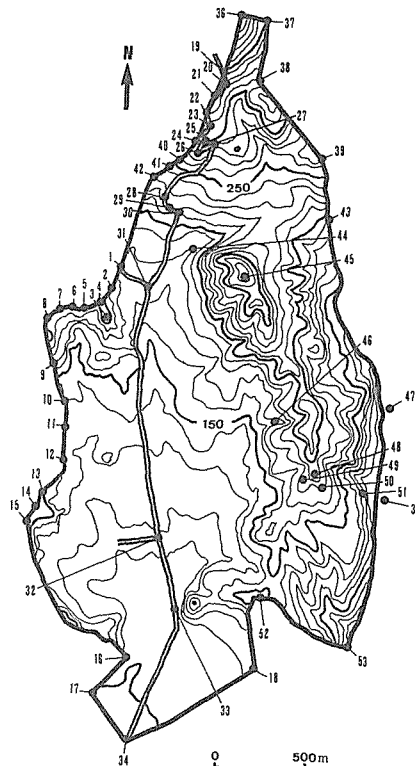


Fig. 1 Topography and location points of the Livestock Farm, Hokkaido University. Numbering is location point number. Contour interval is 10 m.

星の軌道がインプットされた本受信機内蔵のマイクロコンピュータが、各測定時刻、測定場所において最も受信しやすい衛星を3機選定し、これらの衛星の電波から受信機の位置を緯度、経度として自動的に算出する原理となっている。

供試地は様々な地形、地勢および植生条件を有する山地傾斜地に位置する本学附属牧場とした。当牧場は日高山脈西側の山麓、標高 100-390 m に位置し、その緯度、経度はそれぞれ北緯約42°26′、東経約142°29′であった。本牧場は総面積 470 ha の土地を牧草放牧地 80 ha、樹林地放牧地 330 ha、牧草採草地およびデントコーン畑 50 ha として利用している。牧場内の道路や橋などの人工建造物、隣接する道有林との境界線、三角点の存在する山頂や水線の沢、またこれらが交差する地点など、牧場の地形図（1/5000：北海道開発局作製）からその位置が明確に特定し得る合計53の地点を調査地点とし（図1）、PYXIS を用いた位置測定を行った。

これら53ヵ所の地点での位置測定を1992年6月19日から23日までの5日間にわたり行った。各地点での測定は、地上約1mの高さにPYXISを手に持って行い、測定時間は最大で5分間とし、5分間測定しても位置が算出されない場合は受信不可能とした。位置測定と同時に各測定地点の地形、植生、見通しの良さを測定場所の特徴として記録した。

この様にして得られたPYXISの測定値から地図上に落ちる位置を実際の位置と比較し、この差（誤差）に測定場所の地形や植生が及ぼした影響を検討した。 χ^2 適合度検定⁵⁾により誤差の分布が正規分布することを確かめ、測定誤差の95%信頼区間を算出し、PYXISの測定精度とした。

結果および考察

全53ヵ所の測定地点のうち、沢底に位置したNo. 44とNo. 46(図1)の2ヵ所では、PYXISを用いての位置測定ができなかった。この2ヵ所は非常に幅の狭い沢で両岸が切り立っており、上空がほとんど見えない場所であった。この場所では5分間の測定の間、GPS衛星の電波を1機分しか捉えられず、位置の算出ができなかった。

測定が可能であった51ヵ所における、PYXISによる測定値から地図上に落ちる位置と実際の位置との誤差の分布を図2に示した。原点を実際の位置とし、横軸が経度方向への誤差を、縦軸が緯度方向への誤差を示している。すなわち第1象限（++）内の地点は測定値が実際よりも北東方向に偏向し、第2象限（-+）内の地点は測定値が実際よりも北西方向に偏向していることを示している。また実際の位置との差が特に大きかった4ヵ所には括弧書きで測定地点No.を記してある。測定誤差が特に大きかった4ヵ所のうちの2ヵ所（No. 43, 53）も、前述の測定不可能の2ヵ所と同様沢底に位置しており、両岸に挟まれ上空が狭くなる沢底ではGPS衛星の電波を捉えられない、またはその精度が大きく低下するものと考えられる。

測定地点はその特徴から大きく3つに分類できた。すなわち地形は複雑であるが樹木があまり存在せず、上空の見通しが良好な牧草地（図1：No. 1-18）、地形が比較的単一で、上空の見通しも良好な道路上（図1：No. 19-35）および地形が複雑でほとんど上空も見通せない樹林地

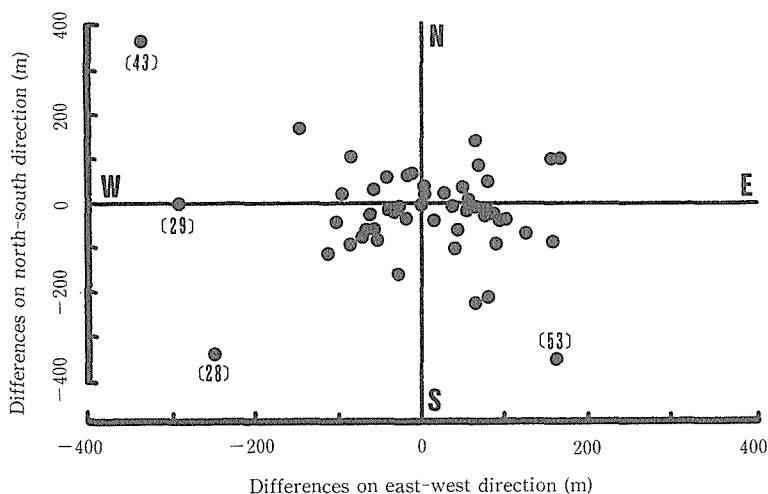


Fig. 2 Distribution of differences between located point by 'PYXIS' and right point on the 1/5000 map. Numbering is location point number.

(図1：No. 36-53)の3つである。図2で示した測定値の誤差分布を、測定誤差が特に大きかった4ヵ所を除き、牧草地、道路上、樹林地ごとにプロットし図3に示した。誤差の分布は牧草地、道路上、樹林地の順に広がる傾向にあった。樹林地において測定誤差が大きくなるのは、先の沢底の場合と同様上空が樹木により完全に覆われているためと考えられる。一方上空が完全に開けている道路上においても、その測定誤差は牧草地に比べて大きくなった。この理由は不明であるが、道路周辺部には様々な建造物が存在しており、中でも道路と並走する送電線が発生する磁界が、牧草地に比べて測定誤差を大きくした一因ではないかと考えられる。

Table. 1 Mean, standard deviation and 95% confidence intervals of differences between located point by 'PYXIS' and right point on the 1/5000 map

n	Pasture		Road		Woodland		Total	
	18		15		14		47	
Direction	N-S ³⁾	E-W ⁴⁾	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W
Mean(m)	-15	-16	-2	41	-52	25	-22	15
S.D. ¹⁾ (m)	73	51	77	83	81	81	80	76
C.I. ²⁾ (m)	-15±143	-16±100	-2±151	41±163	-52±159	25±159	-22±156	15±149

1)Standard Deviation

2)95% Confidence Intervals

3)North-South direction

4)East-West direction

表1に牧草地、道路上、樹林地および全体における誤差の平均値および標準偏差を示した。 χ^2 適合度検定の結果、牧草地、道路上、樹林地のいずれの誤差分布も正規分布と考えて良いこ

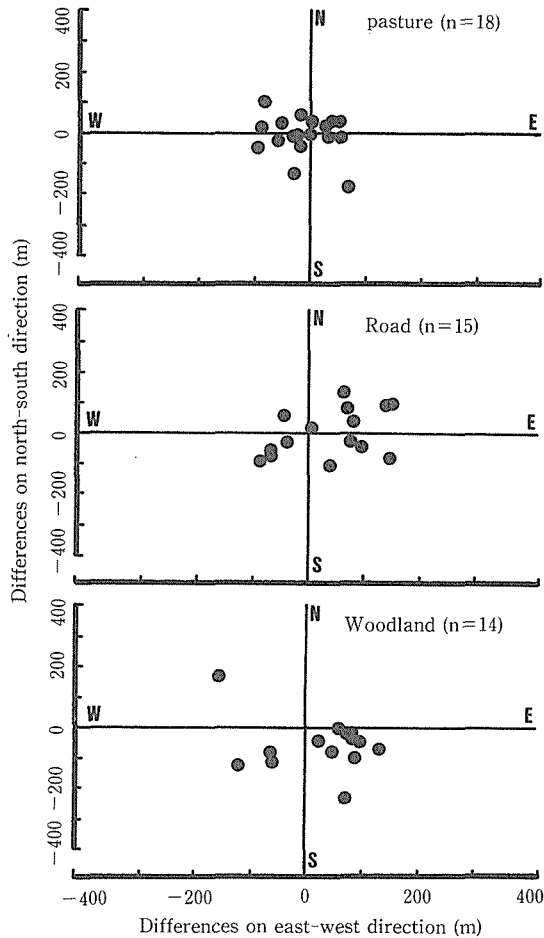


Fig. 3 Distribution of differences between located point by 'PYXIS' and right point on the 1/5000 map at pasture, road and woodland.

とから、平均値と標準偏差から誤差の95%信頼区間を算出し、PYXIS の測定精度として同時に示してある。図3でも示した通り、誤差の標準偏差は牧草地、道路上、樹林地の順に大きくなり、測定精度が低くなった。またこの傾向は特に経度方向で顕著であった。最も測定精度が高かった牧草地において誤差の95%信頼区間は緯度方向で -15 ± 143 m、経度方向で -16 ± 100 mであり、最も測定精度が低かった樹林地において誤差の95%信頼区間は緯度方向で -52 ± 159 m、経度方向で 25 ± 159 mであった。また全体での95%信頼区間は緯度方向で -22 ± 156 m、経度方向で 15 ± 149 mであった。

以上の結果から、PYXIS を用いた位置測定は深い沢底では行えないこと、牧草地に比べて樹林地では測定精度が低下すること、測定精度が最も高かった牧草地においてもその誤差範囲は±約150 m程度であることが明かとなった。放牧牛の個体間距離は1日の平均で5~10 m程度と

見積もられている²⁾。従って、本 GPS の精度では放牧牛の群内の個体間距離を測定することは難しい。一方、オーストラリアなどで放牧されている羊の 1 日の移動距離は数 km から数+km にもおよぶ²⁾。このことから PYXIS を用いた位置測定は、広大な Range 放牧地などでは有効であろうと考えられるが、わが国輪換放牧地程度の面積の牧区における放牧牛の位置測定に利用するためには精度の向上を図る必要があると考えられる。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、北大理学部地震予知観測地域センターの笠原助教授には機材の貸与から GPS に関する情報提供に到るまで終始お世話になった。ここに記して深謝する。

引 用 文 献

- 1) CARRANZA, J., S. J. HIDALGO DE TRUCIOS, R. MEDINA, J. VALENCIA and J. DELGADO (1991): Space use by red deer in a Mediterranean ecosystem as determined by radio-tracking. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 30: 363-371.
- 2) FRASER, A. F. and D. M. BROOM (1990): Spacing behaviour, pp.127-135. in *Farm Animal Behaviour and Welfare*, Baillier Tindal, London.
- 3) HAMER, D. and S. HERRERO (1983): Movements, food, and habitat of grizzly bears in the Cascade and Panther valleys of Banff National Park. pp. 50-54. in *Ecological studies of the grizzly bear in Banff National Park*. University of Calgary. Alberta.
- 4) 農業土木学会 (1992): 農業土木標準用語辞典, (社)農業土木学会, 東京.
- 5) SNEDECOR, G. W. and W. G. COCHRAN, (畑村又好・奥野忠一・津村善郎共訳) 1972. 正規性の検定, pp. 80-82. 統計的方法, 岩波書店, 東京.

The Locating Accuracy of Grazing Animal Measured by GPS (Global Positioning System) on Hilly Pasture

Takeshi YASUE, Seiji KONDO, Masahiko OKUBO and Yasushi ASAHIDA

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo-shi, Japan 060.

To make up cattle locating system by GPS (Global Positioning System), the locating accuracy measured by GPS portable receiver was investigated at 53 points in the Livestock Farm, Hokkaido University. The GPS portable receiver was 'PYXIS' which was made by SONY. Ninety-five per cent confidence intervals of differences between located point by 'PYXIS' and right point on the 1/5000 map was calculated to determine the accuracy of 'PYXIS'. Following results were obtained: 1) At the 2 points of bottom of valley, 'PYXIS' could not received the radio wave from GPS satellites. Furthermore, at the 2 points of bottom of valley, differences between located point by 'PYXIS' and right point on the map was much larger than others. 2) The standard deviation of the difference on north-south direction were: pasture, 73; road, 77; and woodland, 81 m. The standard deviation of the difference on east-west direction were: pasture, 51; road, 83; and woodland, 81 m. Variation of differences at woodland was largest. 3) The accuracy of 'PYXIS' on north-south direction were: pasture, -15 ± 143 ; road, -2 ± 151 ; woodland, -52 ± 159 m. The accuracy on north-south direction were: pasture, -86 ± 100 ; road, 41 ± 163 ; woodland, 25 ± 159 m. 4) GPS seem to be useful for measurment of day to day location changes of grazing animal on large paddocks, while its locating accuracy has some problem for measurment of individual location within a herd.

Key words : Hilly pasture, GPS, Locating accuracy, Grazing animal