

## 昼夜放牧下における馬の行動解析 ～ GPS データロガーを用いて～

<sup>1</sup>今野直人 <sup>1</sup>小川家資

<sup>1</sup>帝京科学大学 生命環境学部 アニマルサイエンス学科

An Analysis of Horse Behavior during Day and Night Grazing  
- Using the GPS Data Logger -

<sup>1</sup>Naoto IMANO <sup>1</sup>Iiji OGAWA

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Faculty of Life and Environmental Sciences, Teikyo University of Science

### Abstract

Day and night grazing is one of the useful means for horses' health and welfare. However, it is a common knowledge in Japan that day and night horse grazing is not safe and might create accidents. Therefore, it was felt necessary to investigate a riding horse and two ponies' behavior during day and night grazing using the GPS data logger which provided their position such as longitude and latitude.

It was found that the trace of three horses' movement was very similar and, especially the distance between the two horses (the riding horse and one of the ponies) was extremely closed during day and night grazing. The traveling distances of each horse for morning, daytime, evening, and night were not significantly different.

Key words : 昼夜放牧、ウマ、GPS、行動、移動距離、個体間関係、AAA、AAT、AAE

### I. はじめに

馬を昼夜問わず放牧地に放つ昼夜放牧は土地の広い外国では一般的に行われている<sup>1)</sup>。昼夜放牧における効用は運動量の増加<sup>1)</sup>、採食、自発運動、ならびに相互行動の場として種としての健全な心身の発達を促す役割を持っていると考えられる<sup>2, 3)</sup>。しかしながら日本においては乗用馬やポニーは乗馬クラブや観光牧場で飼養されることが多く、事故を怖れて昼夜放牧の採用を危険視する見方がある。馬は本来群れで暮らす生き物であり、一日の大半を食草に費やす。昼夜放牧では本来の馬が持つ生活を送ることで社会性を取り戻し、より馬らしい生活を送ることが出来る。特に本学のようにふれあい活動や障がい者乗馬などのAAA (Animal Assisted Activity) やAAT (Animal Assisted Therapy)、AAE (Animal Assisted Education) に供する馬は適性が高い馬を選定しているものの、ストレス下にさらされることが多く、このストレスマネジメントは重要な課題である。その点からも1年のうち一定期間昼夜放牧を行うことは動物福祉の意味合いからも意義が大きいといえる。

しかし、これまで昼夜放牧中の行動については、ごく一部の期間の目視における観察が多く、対象も国内ではサラブレッド種や在来馬に関する研究はあるものの<sup>1-8)</sup>、乗用馬やポニー、ふれあい活動や障がい者乗馬に供する馬におけるものは少ない。また、目視による行動観察は1頭1頭の行動を把握するのに向いているものの、広大な場所で複数の馬の行動を観察するには不向きであり、観察者の負担も大きい。昼夜放牧中の行動を簡易に測定し、行動を明らかにすることは飼養者に昼夜放牧の選択肢を提示することへとつながり、それが馬の福祉を考えた飼養になるのではないかと推察する。そこで今回は昼夜放牧中の行動を小型のGPS データロガー (Mobile Action Technology 社製) を用いて複数馬のデータを同時に採取した。そのデータから馬の行動軌跡、馬同士の個体間の関係性についての検討を行い昼夜放牧中の馬の行動について分析を行った。

## II. 材料および方法

### 1. 供試放牧地

長野県立科町立科第二牧場を供試放牧地とした。立科第二牧場は2つの放牧地に分かれており、それぞれ馬と牛が分けて放牧がなされている(図1)。放牧面積は2つの放牧地を合わせて53haである。馬が放牧された北側放牧地は東西方向に最長で650m、南北方向に最長1,350m伸びており、標高は約1,480m～1,580mで最大高低差は約100mであった。北側馬の放牧地には昼夜放牧に出すため、各地の乗馬クラブや観光牧場から来た様々な馬が放牧されている。計測期間においては2～30頭の馬が常時放牧されている状態であった。



図1 立科第二牧場の地図(国土地理院電子地形図<sup>9)</sup>に情報を追記して掲載)

### 2. 供試馬

供試馬は本学で所有している乗用馬3頭で詳細は表1の通りである。この3頭にポニー1頭を加えた4頭を大学で飼養し、ふれあい活動や障がい者乗馬などのAAA、AAT、AAEプログラムに活用している。これら3頭は平成23年より毎年同放牧地にて夏季期間中の昼夜放牧を行っている。今回の計測期間は5年目の平成27年7月28日から9月24日の放牧

表1 供試馬の情報

供試馬	名称	年齢	品種	性別	毛色	入厩年
A	モカ	15	ハフリンガー(ポニー)	セン(去勢雄)	栗毛	2010
B	チョコ	20	中間種	雌	黒鹿毛	2008
C	こゆき	19	ポニーmix(和種系)	雌	芦毛	2008

期間中に行った。

### 3. 計測期間

計測は平成27年8月12日(水)、9月10日(木)、9月23日(水)の3回行い、各計測日の正午12時頃から翌日の正午12時頃まで約24時間のデータ収集を行った。

### 4. データ収集方法

今回の実験では連続した約24時間の行動軌跡をGPSデータロガー「i-gotU GT-600 (Mobile Action Technology社製)」にて5秒毎の位置情報を記録した。データロガーは各馬の無口頭絡の頭頂部に固定できるように無口頭絡を加工し、防水のためビニール製の袋に入れた状態で取り付けした(写真1)。データロガーは計測後無口頭絡ごと回収し、付属ソフト「@trip PC」ならびにExcel 2010にてデータ解析を行った。



写真1 GPSデータロガー(左)と取り付け箇所(右)

### 5. データ解析項目

この研究で解析の対象としたのは以下の項目である。

- (1) 行動軌跡
- (2) 移動距離
- (3) 個体間の距離

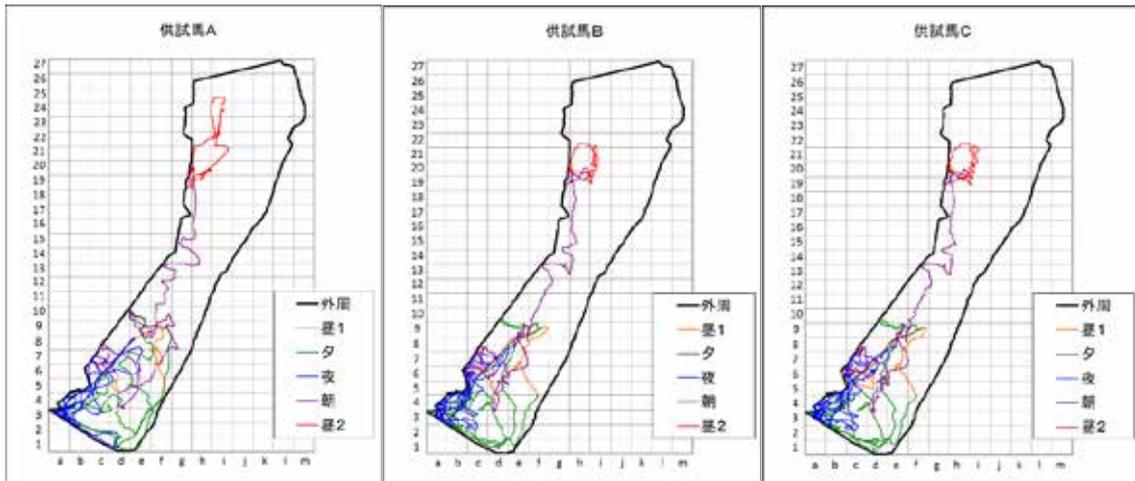


図2 各供試馬の行動軌跡 (8月12日)

表2 日別各時間帯ごとの移動距離 (m)

	供試馬	全日	昼	夕	夜	朝
8/12	A	11,433	2,267	3,402	3,311	2,454
	B	10,493	1,604	3,030	3,107	2,752
	C	11,047	1,718	3,181	3,377	2,772
9/10	A	11,509	3,117	2,860	2,710	2,821
	B	10,656	2,633	3,535	2,059	2,429
	C	11,123	2,671	3,627	2,214	2,611
9/23	A	11,383	3,656	2,095	3,605	2,027
	B	9,943	3,207	1,769	2,862	2,106
	C	10,855	2,956	1,821	3,501	2,576
平均	A	11,442	3,013	2,786	3,209	2,434
	B	10,364	2,481	2,778	2,676	2,429
	C	11,008	2,448	2,876	3,031	2,653
	全体平均	10,938	2,648	2,813	2,972	2,505

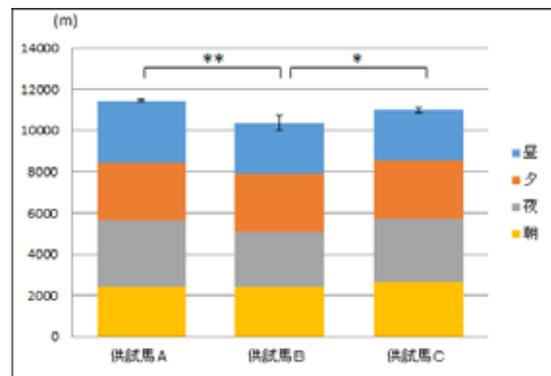


図3 供試馬ごとの時間帯別移動距離 (平均±S.D. 単位: m)  
多重比較検定 Tukey-Kramer 法にて \*\*, \* 間に有意差あり (\*\*:P<0.01 \*:P<0.05)

### Ⅲ. 結果

#### 1. 行動軌跡

各馬の行動軌跡を地図上にプロットし視覚化を行った。これまでの先行研究では時間帯、特に夜間において活動量が大幅に増加したという報告があることから<sup>1)</sup>、今回記録されたデータを時間帯別に分けて分析した。時間帯は昼1 (測定開始: 12~15時)・夕 (15~21時)・夜 (21~翌3時)・朝 (3~9時)・昼2 (9~12時: 測定終了) とした。昼1と昼2は合算して「昼」として、それぞれの時間帯を6時間として扱った。

3頭の行動軌跡は時間帯別に色を分けて座標軸上にプロットした。図2は計測を行った3日のうち代表的な軌跡を描いた8月12日のデータを示した。行動軌跡は各日とも異なるものの3頭が同じような軌跡を描いていた。特に供試馬BとCの軌跡は重ね合わすとほぼ完全に合致しており、2頭がほぼ連れ添って行動している様子が記録された。

#### 2. 移動距離

GPSに記録された緯度と経度を元に、24時間の総移動距離ならびに時間帯ごとの移動距離を算出した (表2)。

総移動距離は1日1頭当たり10,938±482mと約11kmの移動をしていることがわかった。また、時間帯別では昼: 2,648±645m, 夕: 2,813±691m, 夜: 2,972±523m, 朝: 2,505±267mであった。これら時間帯別の移動距離に関して一元配置分散分析法で解析を行ったところ有意差は認められなかった。一方各供試馬の1日当たりの平均移動距離は供試馬A:11,442±63m, 供試馬B:10,364±373m, 供試馬C:11,008±138mであり、一元配置分散分析法で解析を行ったところ供試馬A,B,Cの一日の移動距離に有意差が認められた (P<0.01)。さらに多重比較検定 (Tukey-Kramer 法) を用いてそれぞれ2頭の組み合わせにおいて検定を行ったとこ

表3 各供試馬の個体間距離

計測日	各馬間の距離:平均(m)			各馬間の距離:最大値(m)		
	AB間	BC間	AC間	AB間	BC間	AC間
8/12	37.2	6.2	36.6	433.0	83.6	433.2
9/10	57.6	7.5	55.9	352.8	62.0	343.1
9/23	60.1	11.6	57.1	342.6	160.8	345.7
平均	51.6	8.4	49.9			

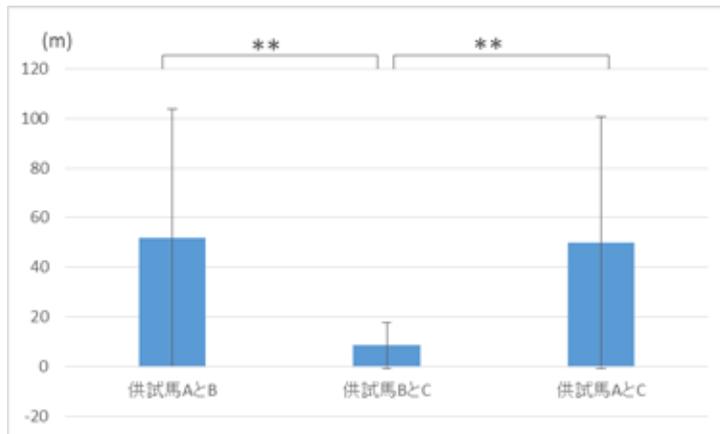


図4 供試馬2頭間の距離（3日間の平均±S.D. 単位:m）  
多重比較検定 Tukey-Kramer 法にて \*\* 間に有意差あり (\*\*:P<0.01)

ろ、供試馬 A と B 間において高度な有意差が認められ (P<0.01)、供試馬 B と C 間において有意差 (P<0.05) が認められた (図3)。

### 3. 個体間の距離

行動軌跡の分析を元に個体間の関係性をより明確にするために、供試馬 A、B、C の個体間の距離を分析した結果が表3と図4である。

「供試馬 A と B」「供試馬 B と C」「供試馬 A と C」それぞれの個体間の距離を一元配置分散分析法で解析を行ったところ3群の個体間の距離に有意差が認められた (P<0.01)。さらに多重比較検定 (Tukey-Kramer 法) を用いてそれぞれ3群の組み合わせにおいて検定を行ったところ「供試馬 B と C」の平均距離は他の「供試馬 A と B」・「供試馬 A と C」の平均距離と比べて有意に近いことが分かった (P<0.01)。また、最も離れた距離も B と C 間では160m 程度であり、供試馬 A は供試馬 B ならびに供試馬 C と最大で400m 以上離れていたことが確認された。

## IV. 考察

### 1. 時間帯別にみる移動距離からの行動解析

採取した GPS の行動軌跡のデータから各馬の移

動距離を「朝」「昼」「夕」「夜」の6時間ごとの時間帯別に分け分析を行ったところ、時間帯による移動距離は平均して2,505±267m から2,972±523m であり、時間帯による有意差はなかった。

早川は軽種育成馬の夜間放牧では、夜間は一睡もせず夜間に20km 歩きまたは走ったと報告している<sup>1)</sup>。また、北海道和種の昼夜放牧でも冬季は夜間は一睡もせず歩き回り、夜が明けると休息をする<sup>10)</sup>、と夜間の運動量が増加する報告がある。一方で、昼夜放牧では休息行動が昼間に少なく、夜間において増加するという報告もある<sup>7)</sup>。Duncan は寒い月は横臥で休息するのが少なくなり、佇立休息が増加すると報告しており<sup>11)</sup>、気温が夜間の行動に影響を与えることが示唆されている。前述の早川も放牧区ならびに周辺の外的環境 (車やライト) が夜間の巡回行動に影響を与えていることを示唆している<sup>1)</sup>。これらの外的要因から避けられる「樹木が取り囲む牧区」での夜間放牧では、防風林の陰にたむろし夜の巡回行動をしないとある。この時の夜間歩行距離は4 km であり<sup>1)</sup>、本研究における結果と比較的類似する。本研究における放牧地の環境は一部車道に面しているものの、そのほとんどは樹木に取り囲まれている。夜間になると車や人の往来がほとんどなく、広大な放牧地を自由に使うことができる。

一般的に「馬の睡眠は平均6.4分のノンレム睡眠期、ノンレム睡眠期からレム睡眠期への移行期、平均4.2分のレム睡眠期からなる1サイクルが数回繰り返され、30～40分継続する。この1セットの眠りが主に夜間6～7回みられる<sup>12)</sup>」とされている。辻井らの先行研究においても休息時間は23時から5時にかけての時間帯に最も多く160.2分であったとある<sup>7)</sup>。これらのことから夜間に休息時間を削るような移動距離が著しく多くなる行動は一般的な馬の睡眠行動を阻害しているものと推察される。

今回の研究における環境では昼夜通して時間帯による極端な運動量の変化がないことから、この環境において対象馬は夜間を中心に十分な休息・睡眠行動がとれていることが推察される。これはこの放牧における環境が馬にとって睡眠行動を阻害しない「好ましい環境」であることを示唆していると思われる。一方でGPSによる調査では移動の距離と頻度を調査できるものの、停止している間の行動を知ることはできず、特に食草と休息の判別は難しい。休息行動と食草行動を分別した行動分析を行うには目視観察などの調査を合わせて行う必要があることが示唆された。

## 2. 総移動距離からみる行動解析

1日の総移動距離は3日間を通して各馬で大きな変動はなく供試馬A：11,442±52m、供試馬B：10,364±305m、供試馬C：11,008±113mであった(表2)。先行研究でNagata and Kuboは昼夜放牧における育成馬の24時間の放牧地内での総移動距離は12,658m±2,022mと報告しており<sup>13)</sup>、今回のデータはそれに比べるとやや少ない移動距離であった。また、昼夜放牧の意義として自発的な運動による筋腱や心肺機能の鍛錬があげられている<sup>14)</sup>。今回測定された総移動距離は先行研究と比較して少ないが、先行研究では対象が若く十分な運動量が必要とされるサラブレッド種である。今回の供試馬はふれあい活動や障がい者乗馬に供す目的で飼養している馬であり15～20歳と比較的高齢であることから、サラブレッド種に比べて自発的な運動量が必然的に低いと推察される。また図3で示すように、本研究での総移動距離の標準偏差は先行研究と比べて小さく、一日当たりの移動距離にばらつきが少なく、有意差は認められなかった。今回は3頭3日間というごく限られたデータであるが、今回の対象馬は必要な運動量のある程度自覚しており、それに応じてコンスタントな自発的な運動を行っている可能性があるこ

とが示唆された。今回の供試馬はふれあい活動や障がい者乗馬に供していることもあり、気性面や精神面での落ち着きに優れ、どちらかというとおだやかで運動への積極性には欠けている。このことから必要以上に走ったり動き回ることが無く、一日当たりの放牧地での運動量を移動によってコンスタントに確保していたのではないかと推察される。しかし、一日の移動距離に関しては気象条件など様々な要因に左右される可能性があるため、今後は長期間様々な条件下での観察をすることで明らかにしていきたい。

今回移動距離に着目して分析を行ったが、馬の運動量を考える際に速度や歩法を合わせた解析が求められる。今回は5秒毎の位置データに基づくデータ解析を行ったため瞬間的な速度の分析とそれを元にした歩法の解析が困難であった。この点に関しては今後の課題としたい。

## 3. 個体間の距離からみる社会性の考察

3頭の行動軌跡が類似していたことから3頭の馬は比較的近い距離を保ちながら同一群内で行動していることが推察された。また各個体間の距離からみると供試馬BとC間では平均して8.5mと極めて近い距離を保っており、最も離れた位置関係でも3日間を通じて160.8mまでしか離れなかった。供試馬Aは他2頭と強い関係性は見られず、供試馬BとCとは平均してそれぞれ51.6m、49.9mの距離を保っており最大で400m以上離れていることも確認された。供試馬3頭にポニーを加えた4頭は普段本学の施設で飼養しており、その4頭間での社会性がある。普段より供試馬Cは供試馬Bに半ば依存しているかのように寄り添っており供試馬Bが移動するとそれについていく行動がみられる。追従行動で知られる馬の親子関係でも10週齢で平均9mとある<sup>11)</sup>ことから馬の親子関係に近い距離を環境が変わった中でも維持していることが確認できた。放牧地は採食の場であると同時に、群れ内の相互作用を通して種としての社会性の発達を促す場であると考えられている<sup>2)</sup>。普段飼育している環境から放牧に出すことで、新しい環境下で新たに加わる別の馬との社会性が再構築される。この新しい環境下においても供試馬BとCの関係(個体の結びつき)が旧来のまま継続していることを示した。また、供試馬Aにおいては供試馬BとCと平均して50m前後の距離を維持していることから、供試馬BとCと同一群内で行動しているものの、そこまで強い個体

同士の関係性が見られなかったことが示唆された。供試馬 A は一時種雄として利用されたのちに去勢された馬であるため、雄としての性質が一般的な去勢雄に比べて残っている。毎年放牧直後は供試馬 B と C を他の馬から守る行動として群れから遠ざけようとする。供試馬 A は他の馬との順位争いを経る中で徐々に供試馬 B と C と共に群れに馴染んでいく。この行動が結果的には供試馬 B と C に比べて早く群れに馴染み、群れの中で他の馬との新しい関係を構築していくのに役立っていると推察される。

なお、従来の報告では 8 頭以上で群れを構成した場合、群れがいくつかの小集団に分かれやすくなることを認めたとある<sup>4)</sup>。今回の計測期間中同放牧地内においては総数で 20 ～ 30 頭の馬が放牧されていたが、他の馬を含めて全体で 2 群以上の群れに分割されたことは確認されなかった。

## V. まとめと今後の課題

今回 5 年目となる夏期昼夜放牧中の馬の計測を GPS データロガーにて 3 日間 3 頭同時に行った。今回昼夜放牧中の馬の活動は時間帯により大きな変動はなく、特に夜間において大幅な運動量の増加も見られなかったことから、環境に適応していることが推察された。1 日当たりの総移動距離は 3 日間 3 頭を通して大きな変動は見られず健康を維持し身体を鍛えるのに十分な運動を自主的に行っている可能性が示唆された。

また馬の個体間の距離から新しい環境において供試馬 A のように環境に合わせて積極的に新たな社会性を構築する一面と、供試馬 B と C のように保守的に従来の関係性を維持する一面の両方が見られた。

GPS データロガーを用いての行動分析は簡易に同時に多頭数を見ることができることにより大きなメリットがある。しかし今回採取したデータは特殊な環境下での馬 3 頭 3 日間と限定されている。計測する馬を増やし、群れや放牧地にいる馬全体の動きを同時に計測することができれば、より群れとしての動きや個体の動き、または個体間の動きや関係性が見ることが出来ると予測される。このことから、頭数や日数を増やして研究を継続していきたい。

一方で GPS での記録のみでは休息や食草などの実際の馬の行動が推察することしかできない。また、今回の 5 秒毎でのデータ測定では移動時の行動（常歩・速歩・駆歩）の推察が困難であった。より

詳しく行動を解析するにあたっては GPS データロガーでの測定に合わせて目視による行動観察や加速度計の併用などの手法を合わせることが望ましい。

今後は小頭数の行動分析においては GPS を補助的に用いて他の手法を併用することが求められる。一方複数頭の行動を同時に解析するには GPS で同時に記録することは、群れなどの集団としての行動と個体間の行動の分析を効率的に行えることから有用であると思われる。また動物福祉の観点からも昼夜放牧の効果を体重の変動やストレスによる生理学的変化などを客観的に提示する必要があると思われる。

## VI. 謝辞

本研究にあたり様々なご協力をいただいた立科町観光協会の関係職員の皆様に深く感謝いたします。

## VII. 参考文献

- 1) 早川康夫: 軽種育成馬の放牧管理 1. 夜間放牧. *日草誌* 37 (3) :330-336, 1991.
- 2) 楠瀬良, 畠山弘, 久保勝義, 木口明信, 朝井洋, 藤井良和, 伊藤克己: 育成期の馬の至適放牧地条件 1. 放牧地の面積がサラブレッド種育成馬の行動に及ぼす影響. *日競研報* 22:1-7 (1985)
- 3) 楠瀬良, 畠山弘, 久保勝義, 市川文克, 沖博憲, 朝井洋, 伊藤克己: 育成期の馬の至適放牧地条件 3. サラブレッド種育成馬の行動からみた放牧地形状の得失. *日競研報* 24:1-5 (1987)
- 4) 楠瀬良, 畠山弘, 市川文克, 久保勝義, 木口明信, 朝井洋, 伊藤克己: 育成期の馬の至適放牧地条件 2. サラブレッド種育成馬の行動から見た至適放牧頭数. *日競研報* 23:1-6 (1986)
- 5) 田辺智樹, 河合正人, 佐藤文夫: 親子放牧しているサラブレッド種当歳馬の移動距離および速度. *日本家畜管理学会誌・応用動物行動学会誌* 51 (1) :43, 2015
- 6) 古川英明, 河合正人, 植松春樹, 寺屋圭, 近藤誠司: 昼夜放牧下におけるサラブレッド種育成馬の食草・休息行動と移動距離. *日本家畜管理学会誌・応用動物行動学会誌* 44 (1) ,144-145, 2008
- 7) 辻井弘忠: 木曾馬の休息行動について. *信州大学農学部紀要* 24 (2) ,103-110, 1987
- 8) 平山守彦, 平山琢二, 西山絵里, 堀江優香: 亜熱帯野草地における与那国馬の放牧行動. *琉球大学農学部学術報告* 57, 31-36, 2010
- 9) 国土地理院: 地理院地図 <http://www.gsi.go.jp/>

- 10) 佐久間陽三: どさんこ厳冬期を生き抜く馬たち, 北海道新聞社, 北海道, 1996
- 11) Duncan, P.: Time-budgets of Camargue France horses, II. Time budgets of adult horses and weaned subadults. *Behaviour* 72, 26-49. 1980
- 12) 日本中央競馬会競走馬総合研究所編著: 新馬の医学書, 緑書房, 東京, 2012,
- 13) Nagata, Y. and K. Kubo.: Grazing behavior and heart rate of growing Thoroughbred. Proc. *5th World Conf. Anim. Prod.* Vol. 2, 807-808. 1983
- 14) Fagen, R.M. and T.K. George.: Play behavior and exercise in young ponies. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2, 267-269. 1977