

多様な植生をもつ林地に放牧した北海道和種馬の フィーディングステーション内における採食植物選択

内山 知¹⁾・上田宏一郎¹⁾・中辻 浩喜¹⁾・秦 寛²⁾・近藤 誠司²⁾

¹⁾北海道大学大学院農学研究院、札幌、060-8589

²⁾北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、札幌、060-0811

Plant selection at a feeding station of Hokkaido native horses grazed on woodland pasture with wide variety of vegetation

Satoru UCHIYAMA¹⁾, Koichiro UEDA¹⁾, Hiroki NAKATSUJI¹⁾, Hiroshi HATA²⁾, Seiji KONDO²⁾

¹⁾ Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060-8589

²⁾ Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo, 060-0811

キーワード：飼料選択、フィーディングステーション、林間放牧、北海道和種馬

Key word : feed selection, feeding station, woodland grazing, Hokkaido native horse

要約

林間放牧下の北海道和種馬(和種馬)による林床植物の選択採食のメカニズムを解明するための基礎的知見を得るため、Feeding Station (FS) 内での採食植物種選択について検討した。多様な林床植生をもつ広葉樹主体の林間放牧地内に5つの区画(0.25ha)を設置し、各区画に1日ずつ4頭の和種馬を日中放牧した。採食行動をビデオカメラで撮影し、映像をFSレベルで解析した。FSあたりのバイト数は1回のみの割合が高く(29.3%)、FSでの滞在時間は2秒以下の割合が高かった(19.7%)。植物種ごとの選択指数は、スゲ(0.504)、ミヤコザサ(0.825)、ハエドクソウ(0.374)、ミズヒキ(0.353)、イタヤカエデ(0.327)、ノブキ(0.350)およびその他のイネ科植物(0.555)で高く、またFS内におけるミヤコザサ+スゲ、ミヤコザサ+ミズヒキ、ミヤコザサ+ハエドクソウ、スゲ+ミズヒキ、スゲ+ハエドクソウの組み合わせに対する選択指数が高かった。多様な林床植生をもつ林地において和種馬は、頻繁にFSを変えながら、FS内においてスゲやミヤコザサを中心に特定の異なる植物種を組み合わせで採食している可能性が示唆された。

horses grazing on woodland pasture. The experiment was carried out for five days on the woodland pasture in September 2009. Four Hokkaido native horses were grazed in five sites (0.25ha/site) and their grazing behavior was recorded by VTR-CAMERA. Plants species grazed, number of bite and residence time at a FS were measured. The percentage of FS with one bite was the highest (29.3%) in the total FS observed. The percentage of FS residence time less than 2 second was the highest (19.7%) in the total FS observed. Index of Preference (Pf), calculated from bites of plant species in a FS according to DUNCAN (1983), for seven plants species (*Carex leucochlora* (0.504), *Sasa nipponica* (0.825), *Phryma leptostachya* (0.374), *Polygonum filiforme* (0.353), *Acer mono* (0.327), *Adenocaulon himalaicum* (0.350) and Gramineous plant (0.555)) were higher than 0.301, indicating that horses selected these plants species more than the expected. Pf of five combinations of plants species (*Carex leucochlora* + *Sasa nipponica*, *Phryma leptostachya* + *Sasa nipponica*, *Polygonum filiforme* + *Sasa nipponica* and *Phryma leptostachya* + *Carex leucochlora* and *Polygonum filiforme* + *Carex leucochlora*) were higher than 0.301.

ABSTRACT

This study was objected to determine the plants species selection at a feeding station (FS) for Hokkaido native

緒言

日本の国土の約70%は森林であり、その下草資源を飼料として有効利用することで、草食家畜の飼料自給率を改善することが可能であると考えられる。北海道

では古くから北海道和種馬(以下、和種馬)を用いた林間放牧が行われてきた。北海道の森林の林床にはササ類を中心とした単純な植生のものと多数の植物が混生する複雑な植生のものが存在し、これまでにササ類を中心とする林間放牧地での和種馬の採食行動、特に採食量や消化率に関する研究が行われてきた(KAWAI *et al.*, 1999, SHINGU *et al.*, 2000)。また、和種馬は多数の植物が混在する林間放牧地において複数の植物を選択的に採食することが確認されている(稲葉ら, 1998)。野草を利用した持続的な林間放牧を行うには、植生に大きな影響を及ぼさない適切な放牧方法を確立する必要があり、このため和種馬の選択採食のメカニズムを明らかにする必要がある。

草食動物の採食行動のメカニズムを理解する手法として、行動をFeeding Station (FS)毎に分割して解析する方法がある。FSとは草食動物が前肢を動かさずに採食できる範囲であり(NOVELLIE, 1978)、FS内の行動の連続が一連の採食行動となることから、FS単位で行動を解析することにより採食に関する一連の過程が解明できるものと報告されている。本試験では多様な林床植生をもつ林地での和種馬の選択採食のメカニズムにおける基礎的知見を得るため、FS内におけるバイト数および採食植物種について解析を行った。

材料および方法

試験は北海道大学北方生物圏フィールド科学センター(FSC)静内研究牧場内の広葉樹林を主体とする林間放牧地で2009年9月に5日間行った。供試馬は、同牧場内の林間放牧地で7月から飼養されている北海道和種馬4頭(去勢馬3頭、雌馬1頭、平均体重421.5kg)であり、林間放牧地内に0.25haの区画5ヶ所(1~5区)を電気牧柵を用いて設置し、日中の間放牧した。

各区画への和種馬の放牧前に1m×1mのコドラートを用いて1区画につき10点林床植物を地際で刈り取り、これらを草種別に分けた後重量を測定した。植物サンプルは60℃で48時間通風乾燥させ、1mmのスクリーンを通過するように粉碎し、乾物(DM)、有機物(OM)、粗タンパク質(CP)、中性デタージェント繊維(NDF)、酸性デタージェント繊維(ADF)および酸性デタージェントリグニン(ADL)含量を測定した。DM,OM,CP含量の分析はAOAC法(AOAC, 1990)に従い、NDF、ADFおよびADL含量の分析はVAN SOEST *et al.* (1991)の方法で行った。

行動観察は区画ごとに行い、供試馬の採食行動を1頭につき10分ずつ合計で1頭あたり1時間になるように順番にデジタルビデオレコーダ(SONY DCR-TRV 70K)で撮影するとともに、バイトごとに採食した植物の種類をビデオのサウンドトラックに音声で記録した。撮影した映像は、ビデオ編集用ソフトを用いて和

種馬がFSを移動するごとに映像を分割し、FS内で採食した植物の種類とそのバイト回数、FSあたりのバイト数およびFS滞在時間を解析した。

採食した植物種および植物の組み合わせに対する選択性について以下に示すDUNCAN(1983)の選択指数(Pf)を用いて評価した(Pf \geq 0.301で選択性を有する)。

$$P_f = \log(U_i/A_i + 1)$$

植物種*i*に対する選択性を求める場合

U_i = 観察1時間当たりのバイト総数に対し植物種*i*のバイト数が占める割合

A_i = 区画内の現存草量に対して、植物種*i*の占める現存草量(DM)の割合

植物の組み合わせ*c*(植物種*a*と植物種*b*)に対する選択性を求める場合

U_c = 観察1時間の全FSに対し植物の組み合わせ*c*が同時に採食されたFSの割合

A_c = 組み合わせ*c*を構成する植物種*a*、*b*が放牧地全体に占める現存量割合(DM)の積

結果および考察

各区画の植物種別の現存草量と平均現存草量を表1に示した。試験区5ヶ所での平均割合は、スゲ(アオスゲ, *Carex leucochlora*)が全体の25.8%、モミジガサ(*Cacalia delphinifolia*)が18.8%と高い割合を占め、シダ類(*Fern*)、ミヤコザサ(*Sasa nipponica*)、フッキソウ(*Pachysandra terminalis*)などが8.0~11.2%程度、イワミツバ(*Aegopodium podagraria*)、ウマノミツバ(*Sanicula chinensis*)、ミズヒキ(*Polygonum filiforme*)、ハエドクソウ(*Phryma leptostachya*)、ムカゴイラクサ(*Laportea bulbifera*)、フタリシズカ(*Chloranthus serratus*)、ヨブスマソウ(*Cacalia hastata*)、ミゾソバ(*Polygonum thunbergii*)、イタヤカエデ(*Acer mono*)、ミツバ(*Cryptotaenia japonica*)が0.9~4.8%程度存在した。また1~3区に比べ4、5区では現存草量が多かった。

各区画の採食植物種別バイト割合を表2に示した。試験区5ヶ所での平均割合は、スゲが36.9%、ミヤコザサが30.3%と高く、その他にモミジガサ(11.8%)、ハエドクソウ(4.5%)、ミズヒキ(4.0%)なども比較的高い割合で採食され、イネ科植物(Gramineous plant)、ウマノミツバ、イタヤカエデ、ミゾソバ、ミツバ、ノブキ(*Adenocaulon himalaicum*)、イワミツバおよびヨブスマソウなども採食された。また、シダ類やムカゴイラクサおよびフタリシズカの採食はどの区画においても確認されなかった。

植物種別の選択指数(Pf値)を表3に示した。ミヤコザサに対する選択指数は、全ての区において0.301以上の値であった。スゲ、ハエドクソウ、ミズヒキ、イタヤカエデ、ノブキおよびイネ科植物に対する選択指数

Table 1. Herbage mass and average composition in five experimental sites on woodland pasture

	Site1	Site2	Site3	Site4	Site5	Mean	
	gDM/m ²					gDM/m ² (%)	
<i>Carex leucochlora</i>	3.3	2.9	1.0	11.3	16.9	7.1	(25.8)
<i>Cacalia delphiniifolia</i>	5.1	7.1	4.9	1.7	6.9	5.1	(18.8)
<i>Fern</i>	2.9	3.5	4.0	2.0	3.0	3.1	(11.2)
<i>Sasa nipponica</i>	0.8	2.0	3.3	0.3	5.3	2.3	(8.6)
<i>Pachysandra termina</i>	0.9	4.2	2.8	0.8	2.3	2.2	(8.0)
<i>Aegopodium podagrifolium</i>	0.7	0.8	0.9	3.8	0.4	1.3	(4.8)
<i>Sanicula chinensis</i>	0.3	0.2	0.6	3.2	0.7	1.0	(3.7)
<i>Polygonum filiforme</i>	0.7	0.6	0.6	1.4	0.6	0.8	(2.8)
<i>Phryma leptostachya</i>	0.6	0.9	0.8	0.7	0.4	0.7	(2.5)
<i>Laportea bulbifera</i>	0.9	0.1	0.5	1.6	0.1	0.6	(2.3)
<i>Chloranthus serratus</i>	0	0.5	2.3	0.0	0.1	0.6	(2.2)
<i>Cacalia hastata</i>	1.6	0.3	0.1	0.1	0.3	0.5	(1.8)
<i>Polygonum thunbergii</i>	0	0	0	1.0	1.3	0.5	(1.6)
<i>Acer mono</i>	<0.1	0.9	0.9	0	0.1	0.4	(1.4)
<i>Cryptotaenia japonica</i>	0.2	0.2	0.3	0.5	0.1	0.3	(0.9)
<i>Adenocaulon himalaicum</i>	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	(0.5)
Gramineous plant	0.1	0	0	0	0.6	0.1	(0.6)
Total herbage mass	18.3	24.5	23.1	28.5	39.2	26.7	(100)

Table 2. Percentage of plant species bitten by Hokkaido native horses grazed on woodland pasture

	Site1	Site2	Site3	Site4	Site5	Mean
	%					
<i>Carex leucochlora</i>	42.7	45.7	15.1	53.5	30.5	36.9
<i>Cacalia delphiniifolia</i>	22.3	10.6	15.6	4.5	7.4	11.8
<i>Fern</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Sasa nipponica</i>	8.4	29.0	45.2	11.9	50.3	30.3
<i>Pachysandra termina</i>	0.2	0.1	0.3	0	0	0.1
<i>Aegopodium podagrifolium</i>	0.7	0.1	1.6	0.1	0	0.5
<i>Sanicula chinensis</i>	2.3	1.0	2.2	2.9	0.8	1.8
<i>Polygonum filiforme</i>	6.0	3.6	3.4	7.4	0.7	4.0
<i>Phryma leptostachya</i>	9.6	3.9	6.7	2.4	0.5	4.5
<i>Laportea bulbifera</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Chloranthus serratus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Cacalia hastata</i>	0.8	0.2	0.7	0.2	0.0	0.4
<i>Polygonum thunbergii</i>	0	0	0	4.7	3.1	1.5
<i>Acer mono</i>	0.4	2.1	5.4	0	0.1	1.7
<i>Cryptotaenia japonica</i>	2.1	0.3	0.4	1.3	0	0.7
<i>Adenocaulon himalaicum</i>	0.3	0.3	0.8	0.1	1.4	1.9
Gramineous plant	0.6	1.0	1.1	1.2	4.9	0.6

は、区によっては0.301を下回る値もあったが、各区の平均値は0.301以上と比較的高い値を示しており、ミヤコザサを含めこれらの植物に対する選択性は高いと判断された。各区画間での選択指数の違いは、選択指数のより高い植物種の現存量によってバイト数が変化したためだと考えられる。特に5区では最も選択指数の高いミヤコザサの現存量が多く、採食がミヤコザサに集中し、他の区画で選択指数が高かったスゲやミズヒキおよびハエドクソウのバイト数が相対的に少なかったことから、ミヤコザサよりも選択性の低い植物の選択指数が他の区画に比べ低く見積もられた可能性がある。

稲葉ら(1998)が報告した和種馬の採食植物種と比較すると、スゲ、ミヤコザサおよびその他のイネ科植物の選択性が高かったことは同様であった。しかしこの試験では本試験と異なり、ヨブスマソウの採食頻度が高かった。これは、稲葉ら(1998)の試験では和種馬を10日間1つの広い面積(4ha)の牧区で放牧したこと起因すると考えられる。すなわち、稲葉ら(1998)の試験では放牧日数の経過により選択性の高い植物種の現存草量が減少し、選択性の低い植物でも全体の現存草量の低下とともに採食せざるを得ない状況にあったと考えられる。これに対し、本試験では1日ずつ異なる区画で放牧を行ったため、より選択指数の高い植物種

Table 3. Index of preference (Pf) for plants species of Hokkaido native horse in sites 1-5 on woodland pasture (0:no bite, -:no exist herbage)

	Site1	Site2	Site3	Site4	Site5	Mean
<i>Carex leucochlora</i>	0.541	0.707	0.663	0.373	0.234	0.504
<i>Cacalia delphiniifolia</i>	0.265	0.143	0.243	0.245	0.153	0.210
<i>Fern</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Sasa nipponica</i>	0.614	0.807	0.761	1.153	0.789	0.825
<i>Pachysandra termina</i>	0.015	0.003	0.012	0	0	0.006
<i>Aegopodium podagrifolium</i>	0.073	0.020	0.155	0.004	0	0.050
<i>Sanicula chinensis</i>	0.421	0.356	0.255	0.097	0.169	0.260
<i>Polygonum filiforme</i>	0.415	0.423	0.370	0.406	0.152	0.353
<i>Phryma leptostachya</i>	0.600	0.328	0.462	0.293	0.189	0.374
<i>Laportea bulbifera</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Chloranthus serratus</i>	—	0	0	0	0	0
<i>Cacalia hastata</i> L. sui	0.038	0.057	0.372	0.150	0	0.123
<i>Polygonum thunbergii</i>	—	—	—	0.379	0.290	0.335
<i>Acer mono</i>	0.592	0.213	0.380	—	0.123	0.327
<i>Cryptotaenia japonica</i>	0.532	0.184	0.114	0.254	0	0.217
<i>Adenocaulon himalaicum</i>	0.102	0.079	0.449	0.155	0.967	0.350
Gramineous plant	0.461	—	—	—	0.649	0.555

Table 4. Chemical composition of plants grazed by Hokkaido native horses on woodland pasture

	DM	OM	CP	NDF	ADF	ADL
	%FM			%DM		
<i>Carex leucochlora</i>	27.7	87.3	14.4	61.7	32.5	4.3
<i>Cacalia delphiniifolia</i>	13.6	87.8	16.3	46.3	36.8	10.8
<i>Sasa nipponica</i>	38.9	85.7	16.0	62.3	32.8	4.0
<i>Polygonum filiforme</i>	14.8	87.5	15.3	44.6	30.1	6.8
<i>Phryma leptostachya</i>	13.7	88.1	15.8	44.6	34.5	12.7
<i>Cacalia hastata</i>	16.0	86.5	17.0	33.0	25.5	8.3
<i>Polygonum thunbergii</i>	15.7	90.0	18.9	50.5	31.1	7.2
<i>Acer mono</i>	31.1	91.3	16.4	46.0	30.2	11.0
<i>Cryptotaenia japonica</i>	13.1	84.6	13.2	42.6	34.7	7.7
Gramineous plant	33.8	88.2	14.4	62.3	36.0	6.1

Table 5. Index of preference (Pf) of combination of two different plant components grazed at a Feeding Station (FS) for Hokkaido native horses in sites 1-5 on woodland pasture

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
<i>Sasa nipponica</i> + <i>Carex leucochlora</i>	0.849	0.973	0.998	1.037	0.416
<i>Sasa nipponica</i> + <i>Cacalia delphiniifolia</i>	0.489	0.215	0.391	0.530	0.306
<i>Sasa nipponica</i> + <i>Polygonum filiforme</i>	0.927	1.203	0.943	1.236	0.642
<i>Sasa nipponica</i> + <i>Phryma leptostachya</i>	1.029	1.021	0.905	0.734	0.369
<i>Sasa nipponica</i> + <i>Cacalia hastata</i>	0	0	0.367	0	0
<i>Sasa nipponica</i> + <i>Cryptotaenia japonica</i>	0.980	0.461	0.320	0.798	0
<i>Sasa nipponica</i> + <i>Adenocaulon himalaicum</i>	0.293	0.163	0.963	0	0.373
<i>Carex leucochlora</i> + <i>Cacalia delphiniifolia</i>	0.547	0.404	0.635	0.213	0.096
<i>Carex leucochlora</i> + <i>Polygonum filiforme</i>	1.078	1.322	1.307	0.820	0.381
<i>Carex leucochlora</i> + <i>Phryma leptostachya</i>	1.356	1.193	1.362	0.654	0.394
<i>Carex leucochlora</i> + <i>Cacalia hastata</i>	0.079	0.346	0.726	0.262	0
<i>Carex leucochlora</i> + <i>Cryptotaenia japonica</i>	1.195	0.731	0.406	0.613	0
<i>Carex leucochlora</i> + <i>Adenocaulon himalaicum</i>	0.221	0.647	1.690	0.292	1.015

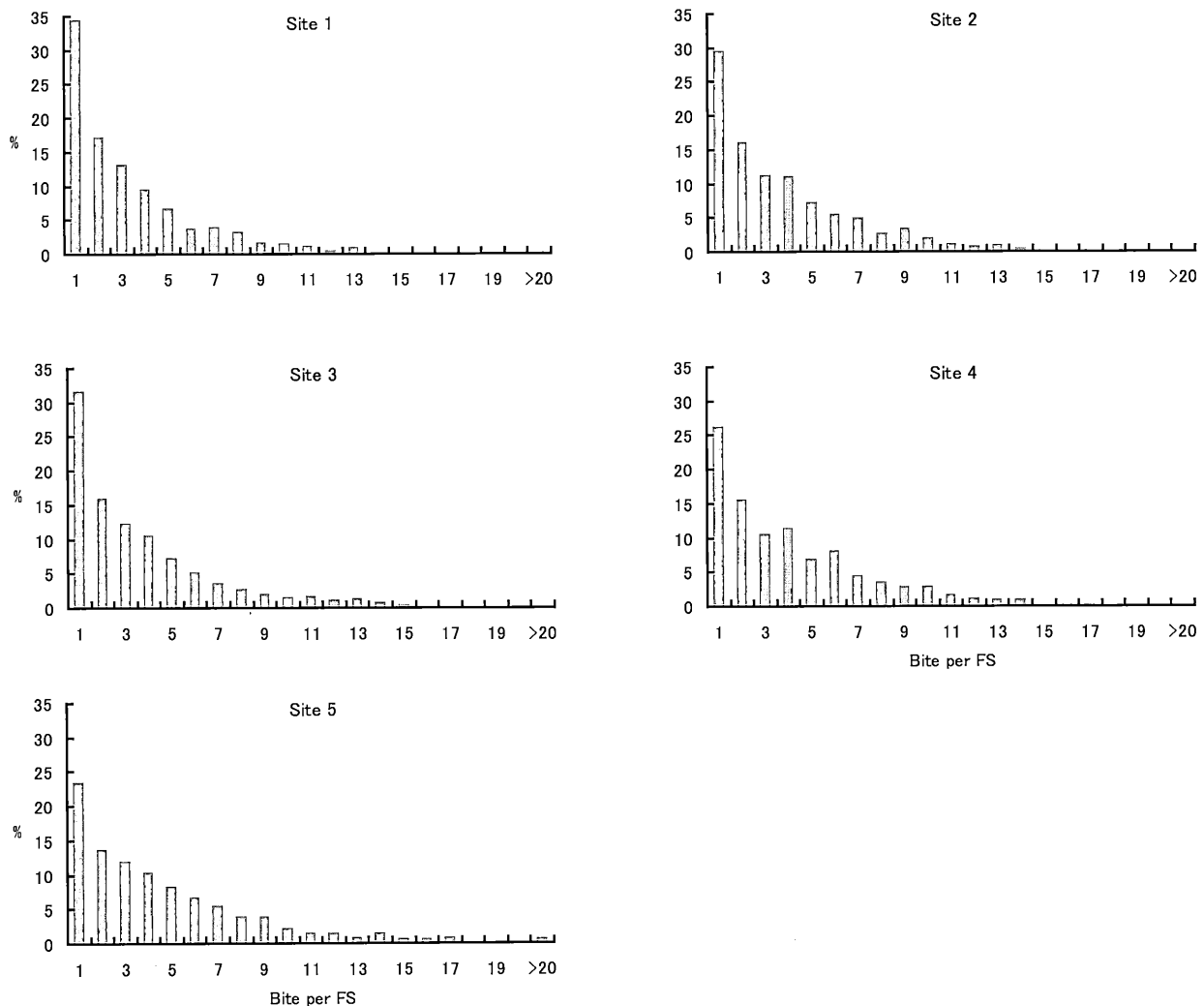


Fig. 1 Frequency distribution of number of bites per Feeding Stations (FS)

のみが採食された結果、ヨブスマソウのような採食はするが選択性は比較的低い植物のP値が低くなったと思われる。したがって試験時間の短かった本試験では、選択性のより高い植物種の存在が他の選択性の低い植物の選択性の評価に影響を及ぼした。一方、長期間の試験では選択性が低い植物も採食される可能性が高まることから、試験期間の設定によって選択性の程度は異なる可能性がある。

表2のうち採食が確認された植物の一般成分を表4に示した。CP含量は13.2~18.9%、NDF、ADF、ADL含量はそれぞれ33.0~62.3、25.5~36.8、4.0~12.7%であった。シダ類、ムカゴイラクサおよびフタリシズカといった採食されなかった植物種のCP、NDF、ADF、ADL含量はそれぞれ16.0~20.8、33.5~45.6、24.1~32.1、5.9~13.7%であった(選択性の低い植物の成分値は未発表の別試験のデータ)。一般に反芻家畜を含め草食動物では、CP含量が高く、NDF含量の低い牧草の選択性および採食量が高いといわれている(VAN SOEST, 1994)。しかし本試験では、選択性の高い植物および低い植物においてこれらの成分の値に大きな差

は見られなかった。このことから、CP含量やNDF含量が野草種間の選択性に対し、直接的な影響は与えていないと考えられる。また植物中のADLは採食量に対し負の影響を及ぼすとされているが(VAN SOEST, 1994)、和種馬はモミジガサやハエドクソウといったADL含量が比較的高い植物も採食していた。

各区画におけるFS内でのバイト数および滞在時間の頻度分布をそれぞれ図1および図2に示した。FS内でのバイト数は1回のみ割合が平均で29.3%と非常に高く、それに伴って、滞在時間も2秒以下の割合が最も高く全体の19.7%を占めた。また1~3区に比べ4および5区では、FS内バイト数が1回のみおよび滞在時間が2秒以下の割合が他区に比べ低かった。多様な植生をもつ林地では均質な牧草地や単純な植生の林地とは異なり、FS内には選択性の高い植物、低い植物が不均一に存在する。そのため、和種馬はFSを頻繁に変えて選択性の高い植物が存在するFSを探索して歩き回っていたと考えられる。ウマでは多種類の植物がパッチ状に存在する場合、嗜好性の高い植物が存在するパッチ内での採食時間が長くなることが示されて

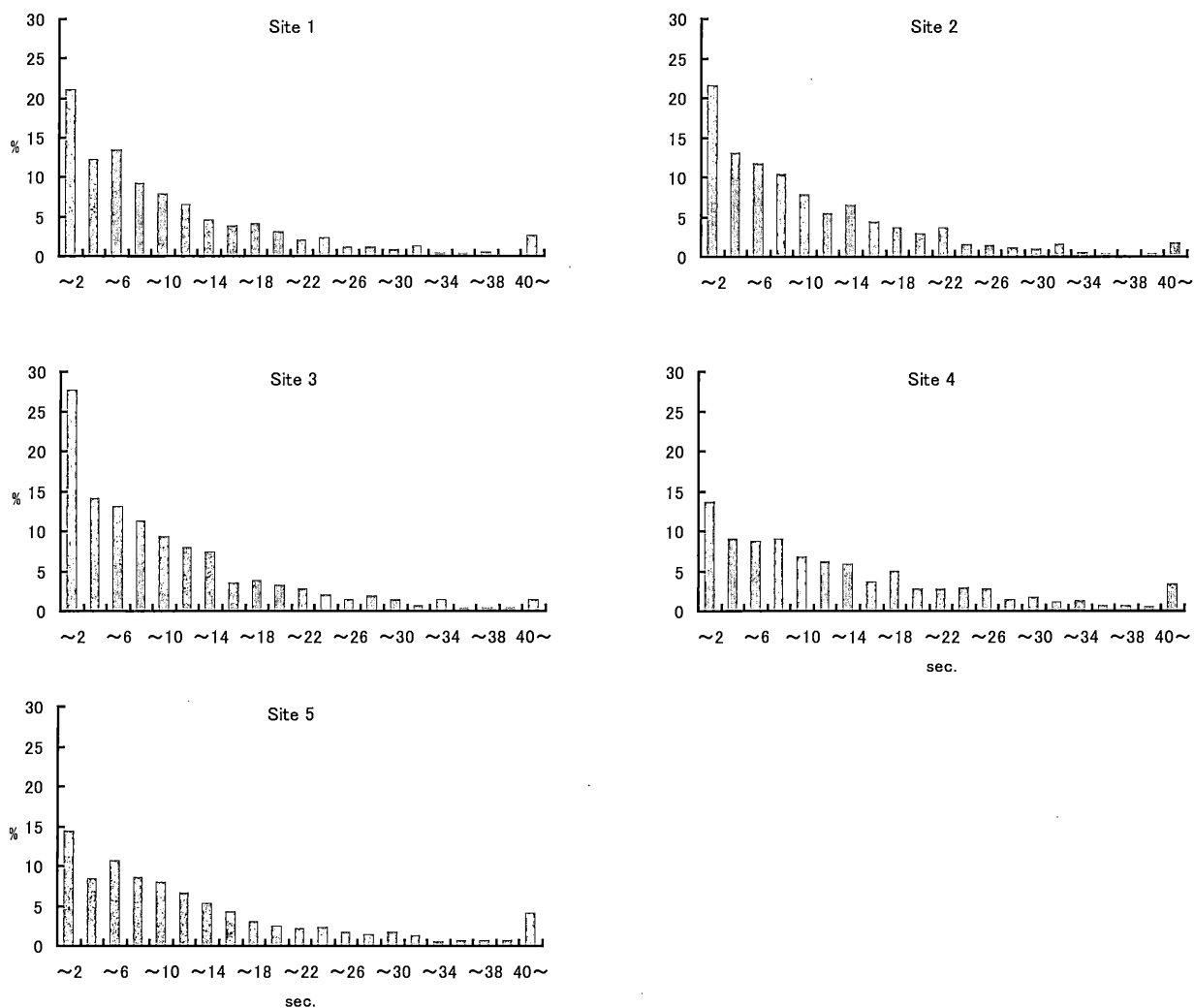


Fig. 2 Frequency distribution of residence time per Feeding Stations (FS)

おり (ARCHER, 1973)、1～3区に比べ4、5区においてFSにおける滞在時間が増加したのはFS内に選択性の高い植物、特にミヤコザサやスゲの現存草量が多かったためと考えられる。

FS内における採食した植物種の組み合わせの選択性について、選択指数(Pf)を用いて評価した(表5)。ミヤコザサとスゲ、ミズヒキおよびハエドクソウとスゲとミズヒキおよびハエドクソウの組み合わせは全ての区画において選択指数が0.301以上であった。この結果からこれらの植物の組み合わせはFS内で選択的に採食された。

一般に、様々な植物が存在する放牧地で、草食家畜は複数の植物を選択的に採食する。これは複数の植物を採食することにより栄養素および微量元素の要求量を満たすため、また植物に含まれる毒性成分を希釈、中和しているためだとする指摘もある(DUNCAN *et al.*, 2003)。また草食動物では複数の植物を採食することにより消化性が向上することも報告されている(CAMPOS *et al.*, 2004)。しかし、本試験において和種馬が選択した植物種の組み合わせがこれらの要因のい

ずれによって決定されたかは明らかではない。今後はFSレベル、1日単位および長期間での植物種選択とその組み合わせの意義に関して更なる研究が必要である。

以上のことから、多様な植生を持つ林地において、北海道和種馬は多数の植物の中から数種の植物を選択的に採食し、FS内の選択性の高い植物の現存量によってFS滞在時間は変化した。またFS内では特定の植物種を選択的に組み合わせることで採食していることが伺えた。

文献

- ARCHER, M. (1973) The species preferences of grazing horses. *J. Br. Grass and Forage Soci.*, 28:123-128.
- A.O.A.C.(1990) Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Virginia.
- CAMPOS, F.P., A.A.M SAMPAIO, M.L.V. BOSE, P.F. VIEIRA, P. SARMENTO, (2004) Evaluation of in vitro gas

- production of roughages and their mixtures using the curves subtraction method. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, 116: 161-172.
- DUNCAN A. J., C. GINANE, I.J. GORDON, and E.R. ØRSKOV (2003) Why do Herbivores Select Mixed Diets? in Matching herbivore nutrition to ecosystems biodiversity (MANNETJE L., RAMIREZ-AVILES L., SANDOVAL-CASTRO C. and KU-VERA J. C. eds.) 195-209. Univ. Aut. Yucatan. Marida.
- DUNCAN P. (1983) Determinants of the use of habitat by horses in a Mediterranean wetland. *J. Anim. Ecol.*, 52: 93-109.
- 稲葉弘之・河合正人・植村滋・秦寛・近藤誠司・大久保正彦 (1998) 北海道和種馬の夏季林間放牧における採食植物種 北大演習林研究報告 55:18-30.
- KAWAI, M., H. INABA, S. KONDO, H. HATA and M. OKUBO (1999) Comparison of intake, digestibility and nutritive value of *Sasa nipponica* in Hokkaido native horses on summer and winter woodland pasture. *Grassl. Sci.*, 45:15-19.
- NOVELLIE, P.A. (1978) Comparison of the foraging strategies of blesbok and springbok on the Transvalal highveld. *South African J. Wildl. Res.*, 8:137-144.
- SHINGU, Y., M. KAWAI, H. INABA, S. KONDO, H. HATA and M. OKUBO (2000) Voluntary intake and behavior of Hokkaido native horse and light half-bred horses in woodland pasture. *J. Equine Sci.*, 11:69-73
- VAN SOEST, P. J. (1994) *Nutritional ecology of the ruminant* 2nd ed. Cornell Univ. Press
- VAN SOEST, P. J., J.B. ROBERTSON and B.A. LEWIS, (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.*, 74:3583-3597.

