

飼料中のナラ葉ミールの粒度がライチョウの栄養素利用性と盲腸発酵に及ぼす影響

神 勝紀・唐澤 豊・宮野典夫*

信州大学農学部 食料生産科学科 動物資源生産学講座

*大町山岳博物館 長野県大町市 398

要約 雄の7ヶ月齢のライチョウに粗粒(1.31mm×1.31mm-5mm×5mm)あるいは微粒(0.62mm×0.62mm未満)のナラ葉ミールを22.2%含む自家配合飼料を8日間給与し、栄養素の利用性と盲腸発酵に及ぼす影響について調査した。

1. 乾物摂取量は、今迄報告されている結果より多く、粗粒区で43g/500g体重/日、微粒区で40g/500g体重/日であった。
2. 体重は粗粒区と微粒区において、それぞれ若干の減少と増加を示したが、有意な変化ではなかった。
3. 両飼料区において乾物消化率は43-44%、粗繊維消化率は13-18%であった。
4. 粗粒区と微粒区における総エネルギー摂取量はそれぞれ791kJ/500g体重/日、767kJ/500g体重/日、見かけの代謝されたエネルギーはそれぞれ395kJ/500g体重/日、367kJ/500g体重/日、飼料の見かけの代謝エネルギー値はそれぞれ9.0kJ/g DM, 8.8kJ/g DMであった。両区のこれらの数値の間にいずれも有意差はなかった。
5. 窒素蓄積率は両飼料区とも約20%であった。
6. 粗脂肪利用率は粗粒区と微粒区でそれぞれ81%, 78%, 可溶無窒素物の利用率はそれぞれ60%, 58%であり、いずれも両区間に有意差はなかった。
7. 盲腸糞への揮発性脂肪酸の排泄量は粗粒区の方が多くなる傾向を示したが、アンモニアの排泄量には粒度の影響は認められなかった。

以上の結果から、本実験で用いたライチョウ飼料において、ナラ葉ミールの粒度が飼料成分の利用性に影響しないことが明らかになった。

キーワード：ライチョウ, ナラ葉粒度, 栄養素利用性

緒 言

ニホンライチョウ (*Lagopus mutus japonicus*) の人工飼料は、本種を1963年以来低地飼育している大町山岳博物館において、飼育経験に基づいて種々試験されており、その後唐澤ら¹⁻⁴⁾によって詳細な検討が加えられ、現在ではナラ葉を主体とする飼料が栄養学的及び実用的見地から最も適当とみなされている。

このナラ葉飼料は乾燥したナラ葉にアワ、ヒエ、玄米、フスマ及びソバ等を混合したものである。飼料原料のうち穀類は全て全粒の形で用い、フスマは市販のものをそのまま配合しているため、これらの粒度は常にほぼ一定になっている。一方、配合割合

の最も多いナラ葉は全葉では大きすぎるため家庭用ミキサーで任意に粉碎したものを用いており、粒度は必ずしも一定ではない。ニワトリでは、飼料のペレットサイズは飼料の摂取量と消化管通過時間に影響する重要な因子であることから^{5,6)}、安定した飼料条件下でライチョウを飼育し実験を行うためには、飼料中のナラ葉粒度の栄養素利用性に及ぼす影響と、もし影響があるとすれば適正粒度を明らかにしておく必要があると考えられる。

また、1986年にナラ葉の代替としてクワ葉とコンフリー葉(標準和名ヒレハリソウ)を主体とする飼料をライチョウの幼雛及び中雛に給与したところ、下痢と盲腸糞の排泄阻害が観察され、最終的には死亡した⁷⁾。この原因は明かでないが、少なくとも病原菌の感染及び飼料の一般成分の差異によるのではなく、飼料間に認められた唯一の差異であるクワ葉とコンフリー葉の微粉化のため、微粒な葉が盲腸

受理日 6月12日

採択日 8月1日

機能を阻害した結果による可能性が推察された。

そこで本研究では、飼料中のナラ葉の粒度がライチョウによる栄養素の利用性を変化させ得るかどうかを調査するとともに、盲腸の重要な機能である発酵に及ぼす影響に関しても若干の検討を加えた。

材料及び方法

1) 供試動物

実験には大町山岳博物館（長野県大町市）で人工孵化させた7ヶ月齢のオスライチョウ2羽を用いた。供試ライチョウは大町山岳博物館のライチョウ飼育舎（17.01m²）に1個体ずつ収容し、1994年の2月から3月にかけて2飼料区について、8日間を1期とする4期について反転試験法で飼養試験を行った。

2) 実験飼料

ナラ葉ミールは1993年7月に採取したコナラの葉にミズナラの葉を若干加えて乾燥させた後ミキサーで粉砕し、篩目開き1.31mm×1.31mmの篩にかけて篩上に残ったもの（最大で5mm×5mm程度）を粗粒、篩目開き0.62mm×0.62mmの篩を通過したものを微粒と見なした。粗粒と微粒の重量割合は全粉砕ナラ葉のそれぞれ20%と40%であった。粗粒と微粒のナラ葉ミールの一般成分量を表1に、実験飼料の組成を表2に示した。ナラ葉以外の飼料原料のうち穀類は全粒、フスマは市販のままの形で配合した。実験飼料と細切リングは重量比で1:1に混合し、実験期間の第3期の2日目まで湿重量でライチョウ1個体当たり午前9時には30g、午後3時には40g給与した。第3期の3日目は午前34g、午後46g、それ以降は午前36g、午後50gとした。給与量を増加した理由は、この時期がライチョウの換羽期に当たり、飼料摂取量が増加するためである。実験飼料とリングの一般成分含量と総エネルギー量を表

1に示した。

3) 実験期間及びサンプリング

飼料摂取量は給与量から残量を差し引いた値として8日間の実験期間中、毎日記録した。実験期間の最後の3日間は腸糞と尿の混合排泄物並びに盲腸糞を別々に、排糞後できるだけ速やかに回収し、分析時まで-40°Cで保存した。なお夜間に排糞されたものは低温のため自然凍結しており、これらは翌朝回収した。体重は実験期間の最初と最後に測定した。

4) 化学分析

盲腸糞はアンモニアと揮発性脂肪酸の分析のために0.5gを取り、蒸留水を加えて遠心分離し、上清を採取した。この遠心残渣、残余の盲腸糞及び腸糞と尿の混合排泄物を混合して、5%塩酸を噴霧し55°Cで乾燥させた。乾燥後、排泄物を粉砕して水分、粗蛋白質、粗繊維、粗脂肪及び粗灰分について所定の方法で分析した。これらの合計を総量から差し引いて可溶無窒素物（NFE）を求めた。飼料と糞尿混合物の熱量はポンプカロリメーター（OSK 200, 小川サンプリング(株)）で測定した。アンモニアは蒸留水で希釈した盲腸糞の遠心上清について、奥田・藤井の直接比色法⁸⁾で測定した。揮発性脂肪酸は、蒸留水で希釈した盲腸糞をメンブレンフィルターで濾過して分子量10,000以上のタンパク質を除去し、この濾液についてガスクロマトグラフ（日立263-30, ガラスカラム3mm×2m, FFAP20%ガスクロパック54）で測定した。

5) 計算

盲腸糞0.5gに含まれる可溶成分は上述の操作のために除かれているが、これが全体に占める割合は僅かであることから、計算上の補正は行わなかった。

乾物消化率は以下の式によって求めたが、全排泄乾物量には尿中の乾物も含まれているので、ここで得られた消化率は見かけの消化率よりもさらに低い

Table 1. Chemical composition of oak leaf meals of large and fine particle sizes, and experimental diets

	Dry matter	Crude fiber	Crude protein	Crude fat	Crude ash	NFE	Gross energy
Oak leaf and diet	(%)	(On dry matter basis %)					(kJ/g DM)
Particle size of oak leaf							
Large	93.00	28.76	11.47	3.42	5.77	50.58	—
Fine	92.72	19.82	16.90	4.65	5.92	52.71	—
Diet							
Large particle diet	88.35	11.99	13.96	6.25	5.13	62.68	18.30
Fine particle diet	88.30	11.34	14.04	6.34	5.30	62.98	18.52
Apple	12.65	4.34	4.08	1.15	2.19	88.23	16.44

Table 2. Composition of experimental diet

Ingredients	%
Oak leaf meal (large or fine particle size)	22.2
Foxtail millet seed	16.0
Japanese millet seed	16.0
Wheat bran	16.0
Brown rice	13.0
Buckwheat grain	10.0
Dry roasted soybean	2.0
Vitamin mix*	1.7
Dried small sardines powder	1.0
Milk powder	1.0
Oyster shell	1.0
Calcium phosphate dibasic	0.1

*, (per kg diet) retinol acetate 5,000IU; 1 α OH-D₃ (alfacalcidol) 5 μ g; α -tocopherol acetate 250 mg; thiamin HCl 35 mg; riboflavin butyrate 15 mg; pantethine 4 mg; nicotinic acid 125 mg; folic acid 1 mg; cobamamide 3 μ g.

値を示した。

乾物消化率 = { (乾物摂取量 - 全排泄乾物量) / 乾物摂取量 } \times 100

粗繊維消化率は以下の式によって求めた。

粗繊維消化率 = { (粗繊維摂取量 - 粗繊維排泄量) / 粗繊維摂取量 } \times 100

窒素蓄積率は以下の式によって求めた。

窒素蓄積率 = { (全窒素摂取量 - 全窒素排泄量) / 全窒素摂取量 } \times 100

粗脂肪と NFE の利用率は以下の式によって求めた。

粗脂肪または NFE 利用率 = { (全粗脂肪または NFE 摂取量 - 全排泄粗脂肪または NFE 量) / 全粗脂肪または NFE 摂取量 } \times 100

見かけの代謝されたエネルギーは以下の式¹⁾によって求めた。

見かけの代謝されたエネルギー = (摂取総エネルギー) - (排泄総エネルギー)

6) 統計処理

平均値の差の検定は t 検定によって行った。

結果及び考察

実験には各区延べ 4 羽を用いたが、実験期間第 1 期の 4 日目に強風が吹き、粗粒区の 1 個体の飼料摂取量がそれ以降 3 日間にわたって著しく低下したので、この個体のデータを計算から除外した。したがって、以下に示す粗粒区の結果は延べ個体数 3 羽から得られたものである。

1) 粗粒及び微粒ナラ葉ミールの成分 (表 1)

微粒ナラ葉ミールと比べ、粗粒ナラ葉ミールは粗

タンパク質と粗脂肪に乏しく、粗繊維に富むことが判明した。これはナラ葉の葉脈は葉肉と比較して粉碎され難いために、粗粒サンプルの方に葉脈の部分が多く分配された結果と考えられた。それにもかかわらず、実験飼料の粗粒飼料と微粒飼料の一般成分量の間には顕著な差が認められなかった。これは実験飼料中のナラ葉ミールの割合が 22% とそれほど高くなかったためである。

2) 飼料摂取量 (表 3)

実験飼料及びリンゴの乾物摂取量は、粗粒区の方が微粒区より若干多い傾向を示したがいずれも有意差はなかった。本実験ではライチョウがほぼ全量摂取する程度の量を予め調査しておき、それを基準にして制限給餌した。したがって、給与飼料はほぼ全量摂取されており、飼料区間の差異は生じ難くなっている。ライチョウの飼料摂取量はこれまでも測定されており、成雄ライチョウでは 22.78g/500g 体重/日³⁾あるいは 28.18g/500g 体重/日⁴⁾、133 日齢の若雄では比較的多く 38.87g/500g 体重/日⁴⁾である。本実験では飼料摂取量は両区とも 40g/500g 体重/日を超過しており、ほぼ成鳥と見なされる 7 ヶ月齢のライチョウとしては比較的多いと推察される。実験条件において本研究が過去の研究と異なる点は以下の通りである。1) ナラ葉飼料+リンゴの他に野生ライチョウの餌であるナナカマドの実を給与しなかった、2) 実験期間の最高及び最低温度ともそれぞれ 1.7-3.5 $^{\circ}$ C 及び 1.5-3.5 $^{\circ}$ C 低かった、3) 実験期間が換羽期と重なった。原因の特定はできないが、ナナカマドの実の成分⁴⁾から判断してこれの栄養価が

Table 3. Mean dry matter intake during a 8-day experimental period

Particle size	Dry matter intake (g/500gBW/day)		
	Experimental diet	Apple	Total
Large (3)	37.48 \pm 2.40	5.37 \pm 0.34	42.84 \pm 2.75
Fine (4)	35.40 \pm 2.82	5.07 \pm 0.40	40.47 \pm 3.23

Values are Mean \pm SEM.

Figures in parentheses indicate number of tested birds.

Table 4. Body weight gain during a 8-day experimental period

Particle size	Body weight (g)		Weight gain (g)
	Initial	Final	
Large (3)	466.3 \pm 17.3	458.9 \pm 4.2	-7.5 \pm 15.9
Fine (4)	458.0 \pm 12.4	468.9 \pm 12.5	10.9 \pm 6.8

Values are Mean \pm SEM.

Figures in parentheses indicate number of tested birds.

特に高いとは考えられないことから、特に2)と3)の可能性が高いと考えられる。なお、ライチョウの通常の飼育においてナナカマドの実は必須ではなく、本実験期間(2-3月)では入手不能であったために給与しなかった。

3) 体重変化(表4)

供試個体の体重は約460-470gであり、7ヶ月齢の雄としては標準的であった。体重はいずれの区においても8日間の実験期間中に有意ではなかったが、粗粒区において減少、一方微粒区において増加する傾向が認められた。表には示していないが、第1期と第2期では両区とも体重が漸減し、一方第3期と第4期では給与量を増加させたため体重はある程度回復した。第1期と第2期における体重の漸減は、供試個体の飼料要求量が予測値を上回ったために、給与量が相対的に少なかったことによると推察される。この要求量増加の原因として、本実験期間が換羽期に相当したこと、及び春の繁殖期に備えて栄養要求量が増加したことなどが考えられる。

4) 見かけの乾物消化率(表5)

実験期間の最後の3日間における乾物摂取量は粗粒区の方が微粒区よりも若干多い傾向を示し排泄量はほぼ同じであったため、粗粒区の方が消化量は多く、消化率は高い傾向があった。ライチョウの乾物消化量は成雄で13-17g/500g体重/日、若雄で約24g/500g体重/日、乾物消化率は年齢に関係なくほぼ60%と報告されている²⁾。本実験で得られた消化量は成雄の数値とほぼ一致したが、見かけの乾物消化率はこれまでの結果よりもおよそ20%低かった。本実験はナナカマドの実を給与していない点で従来の実験と異なるが、これを全乾物摂取量の10%⁴⁾と20%³⁾給与したときの乾物消化率はそれぞれ60%と65%で、ナナカマドの実が乾物消化率に及ぼす影響はそれほど大きくない。したがって、本実験における乾物消化率の低さは、消化能の向上を伴わない摂取量の増加の結果と推察される。摂取量増加の原因として、前述のように換羽や春の繁殖期の準備が考え

られるが、ライチョウの乾物消化能が本実験期間以降において向上するかどうかについては明らかでない。

5) 粗繊維の消化率(表5)

粗繊維の摂取量は両区とも殆ど等しく、一方排泄量は粗粒区の方が多かったため、微粒区の方が消化量が多く消化率が高い傾向を示した。粗粒区のうち2個体は粗繊維の排泄量、消化量及び消化率とも微粒区とほぼ同じであったが、1個体だけ粗繊維の排泄量が顕著に多く、消化量と消化率が著しく低かった。この理由については不明であり、さらに個体数を増やして再検討する必要がある。

ライチョウにセルロースを10、15及び20%含む飼料を給与したとき¹⁾、及びナラ葉、ナラ葉+オーチャードグラス及びオーチャードグラスを主体とする飼料を給与したとき^{3,4)}、粗繊維消化率は各飼料区間で有意に異ならなかったが、1990年の唐澤らの報告³⁾では全体的に高く(42-45%)、一方1989年¹⁾と1991年⁴⁾の唐澤ら報告では全体的に低かった(19-29%)。この粗繊維消化率の差異は乾物摂取量の差異に一部起因すると推察されているが、詳細は不明のままである⁴⁾。これらの数値と比較すると、本実験で得られた粗繊維消化率はライチョウとしては低い数値と考えられる。

鳥類における粗繊維消化は全て腸内細菌に依存しており、腸内細菌数の最も多い部位は盲腸であるが、盲腸へは可溶性物質または微粒子だけが流入し、粗く繊維質に富む部分は盲腸を経由せずに回腸から直腸に移行すると考えられている^{9,10)}。したがって、本実験で設定した程度のナラ葉ミールの粒度の差は、盲腸での粗繊維分解に明らかな影響を及ぼさない可能性も考えられる。

6) 摂取エネルギーの利用(表6)

エネルギー摂取量は粗粒区の方が微粒区よりも多い傾向を示したが排泄量はほぼ同じであり、したがって見かけの代謝されたエネルギーは粗粒区の方が高い傾向があった。代謝エネルギー必要量は133日

Table 5. Digestibility of dry matter and crude fiber

	particle size	Ingested	Excreted	Digested	Digestibility (%)
		(g/500gBW/day)			
Dry matter	Large (3)	43.77±3.33	24.43±1.37	19.33±2.04	43.98±1.44
	Fine (4)	42.02±2.65	24.26±2.40	17.76±1.19	42.54±2.79
Crude fiber	Large (3)	4.52±0.34	3.96±0.52	0.56±0.25	12.99±5.68
	Fine (4)	4.39±0.28	3.62±0.22	0.77±0.09	17.55±1.43

Values are Mean±SEM. Figures in parentheses indicate number of test birds.

Table 6. Energy ingested, excreted and apparently metabolized, and apparent metabolizable energy of diet

Particle size	Ingested	Excreted	Apparently metabolized	Apparent metabolizable energy of diet (kJ/g DM)
	(kJ/500gBW/day)			
Large (3)	790.5±60.2	395.9±31.5	394.7±29.6	9.02±0.11
Fine (4)	767.2±48.4	398.2±33.1	367.0±18.6	8.81±0.26

Values are Mean±SEM. Figures in parentheses indicate number of tested birds.

Table 7. Nitrogen retention rate

Particle size	Ingested	Excreted	Retained	Retention rate (%)
	(mg/500g BW/day)			
Large (3)	890.6±67.9	702.6±16.9	188.0±51.0	20.44±4.37
Fine (4)	860.0±54.2	697.6±69.3	162.3±31.1	19.27±4.02

Values are Mean±SEM. Figures in parentheses indicate number of tested birds.

Table 8. Utilization of crude fat and nitrogen free extracts

	Particle size	Ingested	Excreted	Utilized	Utilization rate (%)
		(g/500gBW/day)			
Crude fat	Large (3)	2.46±0.19	0.45±0.06	2.01±0.22	81.42±3.49
	Fine (4)	2.39±0.15	0.51±0.03	1.88±0.14	78.38±1.41
NFE	Large (3)	29.14±2.22	11.62±0.86	17.51±1.37	60.09±0.25
	Fine (4)	27.79±1.75	11.81±0.99	15.98±0.91	57.60±1.41

Values are Mean±SEM. Figures in parentheses indicate number of tested birds.

齢の若雄では490kJ/500g 体重/日、865日齢の成雄ではこれより低く340kJ/500g 体重/日と推定されている⁴⁾。本実験では見かけの代謝されたエネルギーは約370—390kJ/500g 体重/日の範囲であり、成雄よりも若干高かった。これは供試鳥がまだ7ヶ月齢で成雄よりも若いためか、もしくは前述した外気温の低さによるものかは明らかでない。ナラ葉飼料の見かけの代謝エネルギー値は過去の報告^{3,4)}では若雄成雄とも12—13kJ/g 乾物であり、年齢による差は認められなかった。一方、本実験では約9kJ/g 乾物と例外的に低く、また実験期間が換羽期にあたっていたことから、測定していないが換羽によって失われたエネルギーを考慮すると、実際の値はこれよりもさらに低くなる。本実験で給与した飼料は従来のものと基本的に等しい組成であることから、飼料の見かけの代謝エネルギー値の低下は乾物消化率の低下に起因すると考えられる。

7) 窒素蓄積率 (表7)

本実験では全体的に飼料摂取量が多かったため、窒素摂取量も過去の報告²⁾よりもかなり多くなった。窒素の蓄積量は粗粒区と微粒区でそれぞれ188及び162mg/500g 体重/日を記録し、粗粒区の方が高い

傾向があった。これらの数値は換羽によって失われた窒素量を考慮していないので、過去の報告と直接比較し得ない部分もあろうが、ナラ葉飼料を摂取した成鳥の数値の2倍以上であり、若鳥のそれ²⁾をも上回った。一方、粗蛋白質含量の高いグラス飼料を摂取した若鳥では蓄積量は著しく高く、272mg/500g 体重/日を記録²⁾していることから、ライチョウにおいても窒素蓄積量は窒素摂取量の増加に伴って向上するという一般的な傾向を示すものと考えられる。ナラ葉飼料給与時の窒素蓄積率は飼料摂取量の少ないとき (23g/500g 体重/日) で約30%³⁾、多いとき (35—39g/500g 体重/日) で約20%^{2,4)}と報告されている。本実験では飼料摂取量が多く、窒素蓄積率は後者の数値と一致していた。

8) 粗脂肪及び可溶無窒素物の利用 (表8)

粗脂肪の利用性は微粒区と比べ粗粒区の方が有意差はないものの高い傾向にあった。本実験では飼料摂取量が多かったため粗脂肪の摂取量も多く、過去¹⁾に行われた粗脂肪含量の高いセルロース飼料 (粗脂肪含量10.15%) を成雄に給与した時の摂取量とほぼ同じで、さらに排泄量、利用量及び利用率も両実験間で類似していた。一方、粗脂肪含量4—

Table 9. Weight of cecal droppings, and excretion of volatile fatty acids and ammonia in cecal droppings

Particle size	Weight of cecal droppings* (g/day)	Volatile fatty acids ($\mu\text{g}/\text{day}$)			Ammonia ($\mu\text{g}/\text{day}$)
		Acetic	Propionic	Butyric	
Large (3)	12.87 \pm 1.68	10377 \pm 1463	453 \pm 59	936 \pm 57	206 \pm 25
Fine (4)	14.94 \pm 1.08	8446 \pm 2020	449 \pm 144	787 \pm 276	208 \pm 28

Values are Mean \pm SEM. Figures in parentheses indicate number of tested birds. * Wet weight.

5%の飼料を通常量摂取した時でも利用率は顕著な変化を示していないことが報告されている^{3,4)}。このことは、他の動物一般に見られるのと同様の現象がライチョウでも見られることを示している。

可溶無窒素物の利用性は微粒区と比べ粗粒区の方が高い傾向があり、これの利用量は成鳥^{1,2)}と若鳥²⁾の間であった。過去の報告²⁾と比較して、可溶無窒素物の摂取量は若干多く、排泄量は2倍多かったために、これの利用率は過去のデータと比較して最低になった。可溶無窒素物は実験飼料とリングの一般成分の中で最も多く、それぞれ63%と88%を占めている。粗脂肪利用率と窒素蓄積率は従来の結果と変わらず、粗繊維消化率は低下したが飼料とリングにおける粗繊維の含有率が低いために、乾物消化率には殆ど影響していない。したがって、可溶無窒素物の利用率の低下が乾物消化率の低下の主要因と考えられる。

9) 盲腸における発酵 (表9)

盲腸糞の排泄量は粗粒区と比べ微粒区の方が高い傾向があったが有意差はなかった。揮発性脂肪酸のうち検出できたのは酢酸、プロピオン酸及び酪酸の3種類だけであり、これらはイワライチョウ (*Lagopus mutus*)¹¹⁾及びヤナギライチョウ (*Lagopus lagopus*)¹²⁾の盲腸内容物中VFAの種類と一致した。プロピオン酸の排泄量は微粒区と粗粒区で殆ど同じであったが、酢酸と酪酸の排泄量は粗粒区が多い傾向を示した。VFAは腸内細菌の発酵作用によって難消化性炭水化物から産生されることから、ナラ葉ミールの粒度が大きいと盲腸における炭水化物発酵が活発になる可能性を示している。

本実験では盲腸糞中のVFAは酢酸>酪酸>プロピオン酸の順で多く存在したが、イワライチョウとヤナギライチョウでは酢酸>プロピオン酸>酪酸の順であることが報告^{11,12)}されている。盲腸で産生されたVFAの主な代謝運命は盲腸壁からの吸収と盲腸糞への排泄であるので、酪酸とプロピオン酸の産生あるいは吸収の速度は、ライチョウとイワライチョウ及びヤナギライチョウとでは異なることが考え

られる。

盲腸糞へのアンモニア排泄量は両区ともほぼ同じであり、ナラ葉ミールの粒度は腸内細菌による窒素化合物の分解には影響しないことが示された。本実験ではライチョウの盲腸糞のアンモニア濃度は著しく低く粗粒区で16.7 $\mu\text{g}/\text{g}$ 湿重量、微粒区で14.0 $\mu\text{g}/\text{g}$ 湿重量であった。一方、ニワトリの盲腸内容物のアンモニア濃度は市販飼料給与時で約1500—1800 $\mu\text{g}/\text{g}$ 湿重量であった¹³⁾。給与したニワトリ用及びライチョウ用飼料のタンパク質含量はほぼ同じであったこと、アンモニアの盲腸壁からの吸収が早いことが報告されている¹⁴⁾ことから、この盲腸糞のアンモニア濃度の差異はアンモニアの吸収あるいは産生速度の差異のいずれかに起因するものと考えられる。あるいは、遊離のアンモニアはアミノ酸へ取り込まれる¹⁰⁾ことから、アミノ態窒素として排泄された可能性もある。

以上の結果から、7ヶ月齢のライチョウにおいては、飼料中のナラ葉ミールの粒度は5mm \times 5mm以下では飼料の利用性に影響しないと結論することができ、ライチョウ飼育用のナラ葉飼料の作成にあたって、ナラ葉の粒度を厳密に一定にする必要はないと考えられる。しかしながら、ナラ葉の粒度が大きいと盲腸における炭水化物発酵が活発になる可能性が認められたことから、飼料粒度が盲腸発酵に及ぼす影響についてさらに研究を行う必要がある。

引用文献

- 1) 唐澤 豊・崎山千陽・宮野典夫・平林国男・檀原宏：ライチョウによる繊維含量の異なる配合飼料の利用，日本家禽学会誌，26,35-42,1989.
- 2) 唐澤 豊・清水伸也：ライチョウの若鳥と成鳥によるナラの葉あるいはグラスミール混合飼料の利用性，特定鳥類ライチョウ保護事業報告書 (大町市)，1-11,1989.
- 3) 唐澤 豊・清水伸也・宮野典夫・平林国男：ライチョウによるナラの葉あるいはグラスミール混合飼料の

- 利用性, 日本家禽学会誌, 27, 52-58, 1990.
- 4) 唐澤 豊・清水伸也・宮野典夫・平林国男：ライチョウの若鳥と成鳥によるナラの葉あるいはグラスミール混合飼料の利用性, 日本家禽学会誌, 28, 26-32, 1991.
 - 5) Fujita, H.: Quantitative studies on the variations in feeding activity of chickens. III. Effect of pelleting the feed on the eating patterns and the rate of feed passage through the digestive tract in chicks, Japanese Poultry Science, 11, 210-216, 1974.
 - 6) 武政正明・土黒定信：幼雛用及び仕上げ用飼料のペレットの大きさがブロイラーの成長に及ぼす影響, 日本家禽学会誌, 18, 55-60, 1983.
 - 7) 宮野典夫：1986年（昭和61年度）におけるライチョウ低地飼育繁殖について, 特定鳥類ライチョウ保護事業報告書（大町市）, 1-28, 1986.
 - 8) 奥田拓道・藤井節郎：血中アンモニア直接比色定量法, 最新医学, 21, 622-627, 1966.
 - 9) McBee, R. H. and West, G. C.: Cecal fermentation in the willow ptarmigan, The Condor, 71, 54-58, 1969.
 - 10) Mortensen, A. and Tindall, A.: On caecal synthesis and absorption of amino acids and their importance for nitrogen recycling in willow ptarmigan, Acta Physiologica Scandinavica, 113, 465-469, 1981.
 - 11) Gasaway, W. C.: Seasonal variation in diet, volatile fatty acid production and size of the cecum of rock ptarmigan, Comparative Biochemistry and Physiology, 53A, 109-114, 1976a.
 - 12) Gasaway, W. C.: Volatile fatty acids and metabolizable energy derived from cecal fermentation in the willow ptarmigan, Comparative Biochemistry and Physiology, 53A, 115-121, 1976b.
 - 13) 一色 泰：鶏盲腸の栄養生理学的研究, 香川大学農学部紀要, 36, 1-107, 1980.
 - 14) Karasawa, Y., Okamoto, M. and Kawai, H.: Ammonia production from uric acid and its absorption from the caecum of the cockerel. British Poultry Science, 29, 119-124, 1988.
-

**Effects of Different Particle Sizes of Oak Leaf Meal in Diet
on Feed Utilization and Cecal Fermentation
in Japanese Ptarmigan (*Lagopus mutus japonicus*)**

Katsuki KOH, Yutaka KARASAWA and Norio MIYANO*

Division of Animal Science and Technology,
Department of Food Production Science,
Faculty of Agriculture, Shinshu University
*Oomachi Alpine Museum, Oomachi, Nagano 398

Summary

The diets containing 22.2 % of large (1.31mm×1.31mm–5mm×5mm) (LPD) or fine (less than 0.62mm×0.62mm) (FPD) particles of oak leaf meal were fed to young adult (7 months old) male Japanese ptarmigans (*Lagopus mutus japonicus*) for 8 days, and nutrient utilization, metabolized and metabolizable energy and cecal fermentation were examined.

1. Dry matter intakes in birds fed LPD and FPD were 44 and 43g/500g BW/day, respectively.
2. Body weight slightly decreased in birds fed LPD while increased in those fed FPD, but the changes were not significant.
3. Digestibilities of dry matter and crude fiber in both dietary groups ranged 43-44 % and 13-18 %, respectively.
4. Birds fed LPD and FPD ingested 791 and 767kJ/500g BW/day of gross energy, of which 395 and 367kJ/500g BW/day were apparently metabolized, respectively. Apparent metabolizable energy values of LPD and FPD were 9.0 and 8.8kJ/g DM, respectively.
5. Nitrogen retention rates in both dietary groups were about 20 %.
6. Utilization of crude fat was 81 % and 78%, and that of nitrogen-free extract was 60 % and 58 % in LPD and FPD, respectively. These values tended to be higher in LPD than in FPD.
7. Feeding of LPD tended to increase the excretion of volatile fatty acids into cecal droppings, but had no effect on the ammonia excretion.

It is concluded that changes in the particle size less than 5mm×5mm of oak leaf meal do not effect the utilization of dietary nutrients in Japanese ptarmigans.

Key word : ptarmigan (*Lagopus mutus japonicus*), particle size of oak leaf, feed utilization