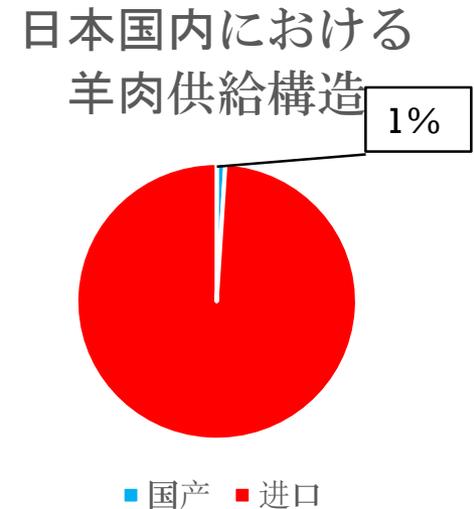
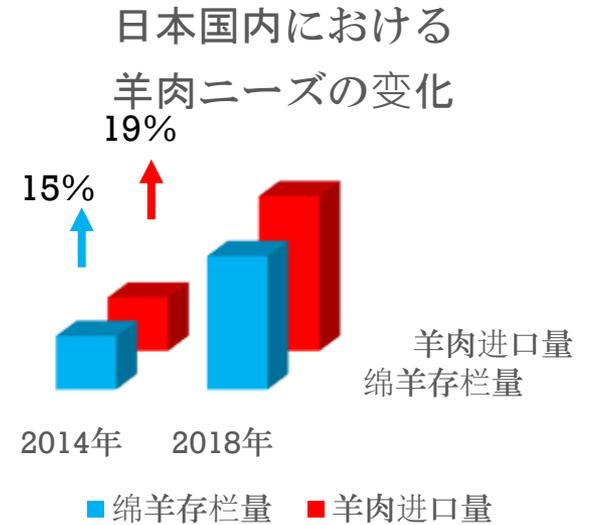


研究背景

近年、特色農産品として日本国内における羊肉の需要が高まっている。統計データによると、2014年と比べて2018年の国内綿羊飼育量は15%、羊肉の輸入量的进口量は19%高まった。しかし、日本国内の羊肉生産量は需要の高まりに見合った伸びを見せていない。また、国内市場の供給構造から見ると、国産羊肉の占有率はわずか1%であり、輸入品で需要を満足させている状況である。原因として、日本国内では肉羊生産チェーンが形成されていないことと、輸入品と比べて生産コストが高いことが挙げられる。輸入依存から脱却し、自給率を高めるためには、国内の生産規模を増やし、生産効率性を高めることが必要である。



研究目的

- 維持エネルギー代謝率(qm):代謝可能エネルギー(ME)/総エネルギー(GE)
- AFRC: $qm=0.53$
- 広岡:放牧条件下では、黒毛和牛の qm は0.45 – 0.55の間である
- 苗川、山口:放牧サフォーク綿羊、牧草CP=18%、 $qm=0.5$
- 一戸:粗飼料主体では、維持レベルの qm は0.4前後が適当

綿羊の生産過程では、繁殖期以外の維持的飼養管理費が生産コストに密接に関係するため、適切な日糧設計が必須である。日糧設計に必要な代謝可能エネルギーの維持・増加の飼料利用効率(k)の算出には、 qm の値を設定する必要がある。 qm の値は、反芻家畜のエネルギー供給量計算の初期値として、飼料の栄養素と綿羊の生理状態に基づいて正確に設定すべきであるが、日本の国内生産では経験に基づいた設定が多く行われているのが現状である。本研究では、*in vivo*消化試験及び*in vitro*体外ガス生産テストを用い、先行研究の結果と総合して、 qm の値に対して改めて評価を行った。



実験材料

	TH1区	TH2区	RS区
飼料組成, %乾物質			
TH	76	100	—
RS	—	—	60
CON	—	—	40
RC	24	—	—

- TH, チモシー乾草; RS, 稲わら; CON, 市販配合飼料; RC, 圧ペントウモロコシ
- TH1区, TH+RC給与; TH2区, TH単体給与; RS区, RS+CON給与
- 試験動物
 - 3試験区でそれぞれ3頭のサフォーク系雑種成綿羊を使用した。TH1区とTH2区の綿羊の平均体重は 63.3 ± 2.7 kg, RS区の綿羊の平均体重は 48.5 ± 3.1 kgで、実施時期はそれぞれ9月と11月である。



実験方法

■ *In vivo*消化試験

- 試験は全12日間で、前半7日間を準備期とし、後半5日間に代謝試験籠内に収容して全糞採取法による消化試験を行った。試験期間の飲水は鉍塩自由摂取とした。
- TH, RS, RCは日本の標準飼料成分表記載値を使用し、CONはTDN保証成分率からの算出値を使用した。AFRCによって維持レベルの代謝エネルギー需要量(MEm)を計算する際、3試験区のqmは0.4に設定した。試験動物の代謝エネルギーと代謝たんぱく質の充足を保証するため、5%の安全率で日粮設計を行った。

■ *In vitro*体外ガス産出テスト

- サフォーク種綿羊の反芻胃液を採取し、MENKE方法によって各飼料にテストを行った。テストは全96時間で、3、6、9、12、24、48、72、96時間時にガスの生産データを記録した。



算出方法

■ *In vivo*消化試験

- $GE(\text{MJ/kg DM}) = 4.184 \times [5.67 \times \text{粗たんぱく}(\%) + 9.68 \times \text{粗脂肪}(\%) + 4.25 \times \text{非繊維性炭水化合物}(\%) + 4.90 \times \text{中性洗淨繊維}(\%)] \div 100$
- $\text{可消化養分総量(TDN, g/日)} = \text{可消化有機物摂取量(g/日)} + \text{可消化粗脂肪摂取量(g/日)} \times 1.25$
- $ME(\text{kJ/日}) = \text{TDN(g/日)} \times 4.4 \times 0.82 \times 4.184$

■ *In vitro*体外ガス産出テスト

- $GE(\text{MJ/kg DM}) = ME(\text{kJ/日}) \div 0.82 \div \text{有機物消化率(OMD, \%)}$
- $\text{精飼料のOMD}(\%) = 9.0 + 0.9991 \times 24\text{時間ガス生産量} + 0.0595 \times \text{粗たんぱく} + 0.0181 \times \text{粗灰分}$
- $\text{精飼料のME}(\text{MJ/kg DM}) = 1.52 + 0.1432 \times \text{OMD} - 0.0129 \times \text{粗灰分}$
- $\text{粗飼料のOMD}(\%) = 15.38 + 0.8453 \times 24\text{時間ガス産出量} + 0.0595 \times \text{粗たんぱく} + 0.0675 \times \text{粗灰分}$
- $\text{粗飼料のME}(\text{MJ/kg DM}) = 0.15 + 0.1557 \times \text{OMD} + 0.013 \times \text{粗灰分}$



化学成分とエネルギー含量

	TH	RS	CON	RC
化学成分				
乾物質, %原物	86.7	88.6	88.8	86.2
有機物, %乾物質	92.5	86.7	93.3	98.7
粗たんぱく, %乾物質	6.3	4.0	21.2	7.9
粗脂肪, %乾物質	1.5	1.1	3.4	3.8
中性洗淨繊維, %乾物質	68.4	73.5	22.4	12.5
エネルギー含量				
総エネルギー, MJ/kg 乾物質	19.0	17.9	15.8	19.2
代謝エネルギー (in vivo), MJ/kg 乾物質	8.5	5.4	12.3	13.0
代謝エネルギー (in vitro), MJ/kg 乾物質	6.8	3.6	11.5	11.4



栄養素摂取量

	TH1区	TH2区	RS区	SEM	P
DM, g/kg BW ^{0.75} /日	42.7 ^b	54.2 ^a	48.6 ^b	0.039	0.01
OM, g/kg BW ^{0.75} /日	40.1 ^b	50.1 ^a	43.4 ^b	0.035	0.01
CP, g/kg BW ^{0.75} /日	2.8 ^b	3.6 ^b	5.3 ^a	0.004	0.01
EE, g/kg BW ^{0.75} /日	0.9	0.9	1.0	0.001	0.65
NDF, g/kg BW ^{0.75} /日	23.5 ^b	36.8 ^a	25.8 ^b	0.021	0.01

- DM, 乾物質; OM, 有機物; CP, 粗たんぱく; EE, 粗脂肪; NDF, 中性洗淨繊維
- a, b, c平均値間には有意差が認められた ($P \leq 0.05$)
- TH1区, TH+RC区; TH2区, TH単体区; RS区, RS+CON区



栄養素消化率

	TH1区	TH2区	RS区	SEM	P
DM(%)	61.6	63.7	60.8	3.175	0.87
OM(%)	63.3	64.9	65.5	2.722	0.90
CP(%)	53.4 ^b	62.2 ^{ab}	68.6 ^a	2.38	0.03
EE(%)	58.5	43.9	62.0	3.5465	0.07
NDF (%)	55.4	65.5	55.2	3.4992	0.26

- DM, 乾物質; OM, 有機物; CP, 粗たんぱく; EE, 粗脂肪; NDF, 中性洗淨繊維
- a, b, c平均値間には有意差が認められた ($P \leq 0.05$)
- TH1区, TH+RC区; TH2区, TH単体区; RS区, RS+CON区



TDN摂取量、エネルギー摂取量、エネルギー代謝率

	TH1区	TH2区	RS区	SEM	P
TDN, g/kg BW ^{0.75} /日	26.3 ^b	34.7 ^a	28.0 ^b	0.0411	0.03
GE(<i>in vivo</i>), kJ/kg BW ^{0.75} /日	814.4	1031.1	867.6	0.0746	0.32
GE(<i>in vitro</i>), kJ/kg BW ^{0.75} /日	907.6	1178.5	1176.2	0.0792	0.31
ME(<i>in vivo</i>), kJ/kg BW ^{0.75} /日	399.1	483.1	423.2	0.0894	0.69
ME(<i>in vitro</i>), kJ/kg BW ^{0.75} /日	409.6	481.1	473.9	0.0277	0.62
エネルギー代謝率(<i>in vivo</i>) [†] , g	0.49	0.47	0.47	0.0206	0.83
エネルギー代謝率(<i>in vitro</i>) [‡] , g	0.45 ^a	0.41 ^b	0.39 ^c	0.0088	0.01

- TDN, 可消化養分総量; GE, 総エネルギー; ME代謝エネルギー
- [†]ME(*in vivo*) ÷ GE(*in vivo*)
- [‡]ME(*in vitro*) ÷ GE(*in vitro*)
- a, b, c平均値間には有意差が認められた (P ≤ 0.05)
- TH1区, TH+RC区; TH2区, TH単体区; RS区, RS+CON区



既往研究結果との比較

■ *In vivo*消化試験

- 宮重: サフォーク綿羊, 維持代謝エネルギー要求=460 kJ/BW^{0.75}, 維持エネルギー利用効率(km)=66.7%。AFRCを利用した計算式($km=0.35 \times qm + 0.503$)により算出したqm=0.47
- 寺田: サフォーク綿羊, 乾草単体飼料(CP8.3% DM), q=0.51; 乾草+精飼料(70:30, CP8.8% DM), q=0.55

■ 呼吸試験

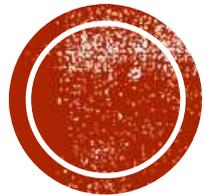
- Deng: ドーパー雑種, 粗飼料+精飼料(55:45), qm=0.53

■ 比較屠殺法

- Galvani: テクセル羊, km=64.5%, AFRCを使用した計算式により算出したqm=0.39



まとめ



- 本試験結果により得た粗飼料を主体とした舎飼いサフォーク綿羊のエネルギー代謝率(q)は0.47 – 0.49の間であった。In vitro体外ガス産出法の精度はin vivo消化試験の結果と比較して低く、一定程度の過小評価が存在する。
- q と q_m は飼料の質と家畜の品種等の影響を受ける。飼料中の粗たんぱく含量と反芻家畜の q と q_m には正相関が見られた。
- 先行研究のデータと比較し、生産現場の利便性を考慮すると、粗飼料を主体とする舎飼い条件と優質牧場の放牧条件下では、 q_m の設定値は0.5が適当である。