飼料混合物の消化試験

神 立 誠・岡 部 竜 三

(東京大学農学部)

堀 米 隆 男

(茨城大学農学部)

On the digestibility of mixed feed

MAKOTO KANDATSU, RYUZO OKABE

(Fac. Agric., Univ. of Tokyo)

TAKAO HORIGOME

(Fac. Agric., Ibaraki Univ.)

従来単食不可能な飼料の消化率測

定には、消化率既知の飼料に供試飼料を一定の比率に混合して、供試飼料の消化率を求めているが、此の場合基本飼料の消化率に変化がないと云う事が大切な条件である。吾々は前報¹⁾に於て飼料を混合した場合

にはその間に相互作用のあることを推定しておいたが、この点に関し基礎飼料、赤クロバー粉末及その等量混合物の消化試験を行つたので、その結果を次に報告する。

I 実験方法

i) 実験動物

農林省畜産試験場より購入の白色改良和種の成兎を用いた。

合：年令2年9ヶ月 体重 2.56kg

♀：生年月日不明 体重 2.95kg

註) 此の♀は前報の際用いたもの

ii) 供試飼料

基礎飼料としては市販の魚粕、麴、糖等の混合物である養鶏用配合飼料は、そのままでは蛋白質含量が高く栄養率狭過ぎるので田先⁵⁾の飼養標準(成兎生体重1kg当り1日可消化蛋白2g、澱粉価20g、栄養率1:10)によりこれを調整した。即ち配合飼料47、馬鈴薯澱粉43、苧紙10の割合に配合して基礎飼料を作つた。

赤クロバー粉末は昭和25年に農林省畜産試験場で栽培された5月下旬の一番刈及び7月中旬の二番刈(各々満花期のものを刈取つた)を天日乾燥混合したものを粉碎したものである。刈取時の水分含量は78%であつた。又基礎飼料50、赤クロバー50の割に飼合して飼料混合物を作つた。基礎飼料、赤クロバー、飼料混合物の分析結果を第1表に示す。分析法は凡て常法によつた。

第1表 飼料の組成(%)

	水分	粗蛋白質	純蛋白質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	可溶無窒素物	全糖	ペントザン
配合飼料	11.50	22.47	18.64	2.79	7.94	8.89	46.41	42.59	17.39
馬鈴薯澱粉	17.26	0.13	0.13	0.33	0.00	0.26	82.02	92.38	0.78
濾紙	8.25	0.00	0.00	0.00	91.75	0.00	0.00	0.00	0.00
基礎飼料	12.88	10.62	8.82	1.45	12.91	4.31	57.83	59.74	8.51
赤クロバー	13.73	15.08	13.36	2.97	25.19	4.67	38.36	14.18	12.61
飼料混合物	13.28	12.85	11.09	2.21	19.05	4.49	47.62	36.96	10.56

iii) 消化試験

1日の給与量は100gで赤クロバーは朝、昼各々30g、夕40gに分けて与へ、基礎飼料及飼料混合物は重量の割に容積が少ないので朝、夕各々50gとした。

消化試験の期間は次の如く行つた。

第一期 (赤クロバー期)	予備飼育期	1951年1月10日～18日	9日
	本試験期	1月19日～27日	8日
	補食期	1月28日～29日	2日

試験期間の糞識別の為、給与飼料の0.1%のカルミンを加えた所、着色状況が悪かつたので、0.5%とした。

第二期 (基礎飼料期)	予備飼育期	1月31日～2月5日	6日
	本試験期	2月6日～2月13日	8日
	補食期	2月14日～2月15日	2日
第三期 (飼料混合期)	予備飼育期	2月16日～21日	6日
	本試験期	2月22日～28日	7日
	補食期	3月1日～2日	2日

尚糞を食する恐れがあるので飼育期間中は首輪(木製)を着けて之を防止した。水は自由に与えた。

排泄された糞は上部にfanのついた蒸気乾燥器内で60～70°Cで乾燥混合粉碎して分析した。

II 実験結果

各期本試験中の摂食量、排糞量、生体重を第2表に示す。

第2表 生体重、摂食量、排泄量及糞成分

期	動物	体 重		摂食量 g	排泄量 g	風乾糞 量 g	糞 成 分 (%)									
		開始時 kg	7日後 kg				水分	有機物	粗蛋白	純 白	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	可溶無 窒素物	全 糖	ペント ザン
I	合 合	2.57	2.46	807.0	503.0	315.0	6.33	89.07	13.11	12.47	2.31	44.39	4.60	29.26	10.32	13.36
		2.95	2.80	790.5	525.5	330.0	7.14	87.45	11.97	11.63	2.21	42.37	5.41	30.90	11.68	12.75
II	合 合	2.60	2.50	627.0	204.5	154.0	5.54	85.69	11.18	11.07	1.29	36.05	8.77	37.17	18.55	12.78
		2.95	2.87	732.5	403.5	256.0	9.46	82.96	7.57	7.12	0.91	23.40	7.58	51.08	37.53	9.80
III	合 合	2.42	2.48	534.5	259.0	170.0	4.33	89.19	12.22	11.96	1.48	38.15	6.48	37.34	13.45	12.82
		2.55	2.66	632.5	392.5	240.0	6.67	86.27	10.45	9.96	1.32	34.10	7.06	40.40	22.75	11.96

第3表 消化試験成績

(a) 第I期 (赤クローバー)

成 分	動 物	合				♀				消化率 平 均
		摂食量 g	排泄量 g	消化 吸収量 g	消化率 %	摂食量 g	排泄量 g	消化 吸収量 g	消化率 %	
有機物		658.5	280.6	337.9	57.4	645.1	288.6	356.5	55.3	56.3
粗蛋白質		121.7	41.3	80.4	66.1	119.2	39.5	79.7	66.9	66.5
純蛋白質		107.8	39.3	68.5	63.5	105.6	38.4	67.2	63.7	62.6
粗脂肪		24.0	7.3	16.7	69.6	23.5	7.3	16.2	69.0	69.3
粗繊維		203.3	139.8	63.5	31.2	199.1	139.8	59.3	29.8	30.5
粗灰分		37.7	14.5	23.2	61.6	36.9	17.9	19.1	51.7	56.6
可溶無窒素物		309.6	92.2	217.4	70.2	303.2	102.0	201.3	66.4	68.3
全糖		114.4	32.5	81.9	71.6	112.1	38.5	73.6	65.6	68.3
ペントザン		98.1	42.1	56.1	57.1	99.7	42.1	57.8	57.8	57.6

(b) 第II期 (基礎飼料)

成 分	動 物	合				♀				消化率 平 均
		摂食量 g	排泄量 g	消化 吸収量 g	消化率 %	摂食量 g	排泄量 g	消化 吸収量 g	消化率 %	
有機物		519.5	132.0	387.6	74.6	607.0	212.4	394.6	65.0	69.8
粗蛋白質		66.6	17.2	49.4	74.1	77.8	19.4	58.4	75.1	74.6
純蛋白質		55.3	17.1	38.3	69.2	64.6	18.2	46.4	71.8	70.5
粗脂肪		9.1	2.0	7.1	78.1	10.6	2.3	8.3	78.1	78.1
粗繊維		81.0	55.5	25.4	31.4	94.6	59.9	34.7	36.7	34.0
粗灰分		27.0	13.5	13.5	50.0	31.6	19.4	12.2	38.5	44.3
可溶無窒素物		362.9	57.2	305.7	84.2	424.0	130.8	293.2	69.3	76.7
全糖		374.6	28.6	346.0	92.4	437.6	96.8	341.5	78.0	85.2
ペントザン		53.4	19.7	33.7	63.1	62.3	25.1	37.3	59.8	61.4

(c) 第III期 (飼料混合物)

成 分	動 物	合				♀				消化率 平 均
		摂食量 g	排泄量 g	消化 吸収量 g	消化率 %	摂食量 g	排泄量 g	消化 吸収量 g	消化率 %	
有機物		436.9	151.6	285.2	65.3	516.9	207.1	309.9	60.0	62.6
粗蛋白質		68.9	20.8	47.9	69.8	81.3	25.1	56.2	69.1	69.5
純蛋白質		59.3	20.3	39.0	65.7	70.1	23.9	46.2	65.9	65.8
粗脂肪		11.8	2.5	9.3	78.6	14.0	3.2	10.8	77.3	78.0
粗繊維		101.8	64.9	37.3	36.3	120.5	81.8	38.7	32.1	34.2
粗灰分		24.0	11.0	13.0	54.1	28.5	16.9	11.5	40.4	47.2
可溶無窒素物		254.5	63.5	191.1	75.1	301.2	97.0	204.2	67.8	71.4
全糖		197.6	22.9	174.7	88.4	233.8	64.6	179.2	76.6	82.5
ペントザン		56.4	21.8	34.7	61.4	66.8	28.7	38.1	57.0	59.2

第1表及第2表より消化率を求めると第3表となる。

第3表(c)飼料混合物の消化率を第I期及第II期試験よりの実験値を基にして算出した結果、及び飼料混合物の試験の成績より赤クローバー、又は基礎飼料何れか一方の実験値を基にして他方を算出した結果を第4表に掲げる。

これら実験及計算により得た消化率を一括して第5表に示す。

考 察

飼料の消化率に影響する条件には種々あるが成分のうち影響の大きいのは蛋白質及粗繊維であつて、特に粗繊維の影響は大きい。吾々は前報¹²⁾で青刈大麦及ライ麦の消化率を求めようとして基本飼料に供試物を10%添加して消化試験を行つた結果飼料成分の僅かな差が、消化率に大きな影響を及ぼすことを認め、混合する飼料間に相互作用のあることを推定しておいた。

消化試験は1月始めより3月始めまでの期間に行われたが、この間に動物の外観上の健康、摂食量、排糞状態等には特に変化は認められなかつた。然し第I期(赤クローバー)では少しく体重が減少したが、この原因は飼料の給与量不足によるものと考えられ(第6表参照)前報の一例¹²⁾でも時期による消化率の変動がなかつたし、又森本¹³⁾らは仔兎と成兎の間にも著しい差を認めていないので本試験期間中には動物の消化率は変化しなかつたものと認めてよいであらう。今回の試験飼料の成分は第

1表にあるように、灰分以外は各成分共可成の差がある。

上記の前提に立ち、消化試験に伴う実験誤差を±3%として、第6表より飼料混合物の消化率を実験値と計算値と比較すると、合では粗脂肪、粗繊維及可溶無窒素物に差があり、何れも実験値の方が大きい。早では粗脂肪粗繊維、粗灰分に差があり、前二者は実験値が計算値より小さく、後者は大きい。これ以外は実験値、計算値共よく一致している。

飼料混合物の消化

第4表 飼料混合物より消化率の計算

合 赤クローバー、基礎飼料よりの計算値

成分	飼料区分	飼料混合物 (S)	飼料混合物中計算量				消化吸収計算量 (b+r)	計算消化率 $\left(\frac{b+r}{S} \cdot 100\right)$	消化吸収量 (S)	基礎飼料より赤クローバー消化率の計算		赤クローバーより基礎飼料消化率の計算	
			基礎飼料 (B)	同右消化吸収量 (b)	赤クローバー消化吸収量 (R)	同右消化吸収量 (r)				赤クローバー消化吸収量 (s-b)	消化率 $\frac{s-b}{R} \cdot 100$	基礎飼料消化吸収量 S-r	消化率 $\frac{S-r}{B} \cdot 100$
総量		g	g	g	g	g	g	%	g	g	%	g	%
有機物		436.9	221.4	165.0	218.1	125.2	290.2	66.4	285.2	120.2	55.1	160.1	72.3
粗蛋白質		68.7	28.4	21.0	40.3	26.6	47.7	69.4	47.9	26.9	66.7	21.3	75.0
純蛋白質		59.3	23.6	16.3	35.7	22.7	39.0	65.8	39.0	22.7	63.4	16.3	69.0
粗脂肪		11.8	3.9	3.0	7.9	5.5	8.6	72.5	9.3	6.3	78.8	3.8	96.9
粗繊維		101.8	34.5	10.8	67.3	21.0	31.8	31.2	37.0	26.2	38.9	16.0	46.2
粗灰分		24.0	11.5	5.8	12.5	7.7	13.4	56.0	13.0	7.2	57.9	5.8	46.0
可溶性無機物		254.5	154.7	130.9	102.5	72.0	202.9	79.7	191.0	60.1	58.7	119.1	77.0
全糖		197.6	159.7	147.5	37.9	27.1	174.6	87.5	174.7	27.2	71.8	147.6	92.4
ペントザン		56.4	22.7	14.4	33.7	19.3	33.6	59.5	36.7	20.3	60.2	15.4	67.7

早

成分	飼料区分	飼料混合物 (S)	飼料混合物中計算量				消化吸収計算量 (b+r)	計算消化率 $\left(\frac{b+r}{S} \cdot 100\right)$	消化吸収量 (S)	基礎飼料より赤クローバー消化率の計算		赤クローバーより基礎飼料消化率の計算	
			基礎飼料 (B)	同右消化吸収量 (b)	赤クローバー消化吸収量 (R)	同右消化吸収量 (r)				赤クローバー消化吸収量 (s-b)	消化率 $\frac{s-b}{R} \cdot 100$	基礎飼料消化吸収量 S-r	消化率 $\frac{S-r}{B} \cdot 100$
総量		g	g	g	g	g	g	%	g	g	%	g	%
有機物		516.9	262.0	170.4	258.1	142.6	314.0	60.7	309.9	139.5	54.1	167.3	63.8
粗蛋白質		81.3	33.6	25.2	47.7	31.9	57.1	70.3	56.2	31.0	65.0	24.3	72.4
純蛋白質		70.1	27.9	20.2	42.3	26.9	16.9	66.9	46.2	26.2	62.1	19.3	69.3
粗脂肪		14.0	4.6	3.6	9.4	6.6	10.2	72.0	10.8	7.2	77.0	4.2	92.4
粗繊維		120.5	40.8	15.0	79.7	23.7	38.7	32.1	38.7	23.7	29.7	14.9	36.6
粗灰分		28.4	13.6	5.3	14.8	7.6	12.9	45.4	11.5	6.2	42.0	3.8	28.1
可溶性無機物		301.2	18.3	126.8	121.3	80.5	207.3	68.8	204.2	77.4	63.8	123.7	67.6
全糖		233.8	188.9	147.4	44.8	29.4	176.9	75.7	179.2	31.7	70.8	149.8	79.3
ペントザン		66.8	26.9	26.9	39.3	23.0	39.1	58.6	38.1	22.0	55.2	15.1	55.9

第5表 消化率 (%)

成分	飼料	合						早					
		赤クローバー		基礎飼料		飼料混合物		赤クローバー		基礎飼料		飼料混合物	
		実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値
有機物		57.4	55.1	74.6	72.3	65.3	66.4	55.3	54.1	65.0	63.8	60.0	63.4
粗蛋白質		66.1	66.7	74.1	75.0	69.8	69.3	66.9	65.0	75.1	72.4	69.1	72.4
純蛋白質		63.5	63.4	69.2	69.0	65.7	65.8	63.7	62.1	71.8	69.3	65.9	69.3
粗脂肪		69.6*	78.8	78.1*	96.9	78.7*	72.5	69.0*	77.0	78.1*	72.4	77.3*	92.4
粗繊維		31.2*	38.9	31.4*	46.2	36.3*	31.2	29.8	29.7	36.7	36.6	32.1*	36.6
粗灰分		61.6	57.9	50.8*	46.0*	54.1	56.0	51.7*	42.0*	38.5*	28.1*	40.7*	28.1
可溶性無機物		70.2*	58.7	84.2*	77.0	75.1*	79.7	66.4	63.8	69.3	67.6	67.8	67.6
全糖		71.6	71.8	92.4	92.4	88.4	87.5	65.6*	70.8	78.0	79.3	76.6	79.3
ペントザン		57.1*	60.2	63.1*	67.7	61.4	59.5	57.8	55.2	59.8*	55.9	57.0	55.9

* 実験値と計算値に差の認められるもの

第6表 供試飼料の栄養価

成分	飼料	赤クローバー	基礎飼料	飼料混合物
可消化純蛋白質		8.5	5.9	7.8
澱粉		31.2	50.6	40.6
T. D. N.		47.8	59.3	53.3
栄養価		1:5	1:9	1:6

田先の標準5) ; 成体体重1kg当り、可消化蛋白質2g、澱粉20g、栄養率1:10

又赤クローバー、基礎飼料についても実験値を同様に

比較すると差の認められるのは合では粗脂肪、粗繊維、粗灰分、可溶性無機物、ペントザンであり、早では粗脂肪、粗灰分、全糖、ペントザンであつて、三飼料に就て共通のものは粗脂肪のみである。次に合早を通じて差の認められることの多い成分は粗繊維と粗灰分、可溶性無機物とペントザン、全糖の順であり、他の成分はよく一致している。

以上の事実は消化の機構が次のようなものであること

を示すものと認められる。即ち従来の知見のように飼料中の粗脂肪そのものの性質及含量と消化管内に於ける分泌とにより粗脂肪の消化率は飼料成分あるいは飼料の混合による影響を受け易いが今回の実験では三飼料共粗脂肪含量に大差がない点から飼料成分あるいは飼料の混合による影響を受け易いことを示していると認められる。次いで粗繊維、粗灰分、可溶無窒素物、ペントザン等は影響を受け易く、全糖や、粗蛋白質、純蛋白質等は受け難い。このうち粗灰分は消化管内にも分泌、排泄されるから、飼料混合の影響を受け易いことは当然と認めら

れ混合する両飼料の質の点も考慮されねばならないが、結果は両飼料共中程度の場合の例と考えてよいであろう。

これを文献によつてみると飼料組成成分の変化による消化率の変化の研究では、粗繊維及単一の組成成分を増減した場合に就てはよく論議されているが、飼料相互間の関係に就ては Watson⁷⁾らが豚で大麦と血粉との間、大麦と小麦及燕麦との間に associative digestibility の影響は認められないと述べているのみと思われる。この見解は著者らの見解と相反するものであるが動物の種類による差も考えられ、又実験結果数も不足であるから、その是非の論議は更に詳細な実験を行つた後にする。

第7表 成分の変化による消化率の変化(%)

成分	飼料(1) 成分	消化率		飼料(2) 成分	消化率		飼料(3) 成分	消化率	
		合	早		合	古		合	古
有機物	+0.24	-13.9	-11.5	-0.56	0	-27		-2	-6
粗繊維	-0.35	-2.4	-2.1	-0.50	-0.2	0.0	+0.12	-3	-6
純蛋白質							-0.05	-2	-10
粗脂肪	-0.38	-9.8	-4.0	-0.20	+6.0	-3.2	+0.11	+2	-5
粗繊維	+2.38	-25.7	-18.2	+2.55	+1.2	-4.5	+15.2	+8	-11
粗灰分	+0.58			+0.57			+0.34	+5	-4
可溶無窒素	-2.43	-8.8	-11.4	+2.11	+1.3	-2.9	-2.07	-2	-4
全糖				-2.02	-22	-0.8	-3.37	-2	-2
ペントザン	+0.79	-20.6	-16.5	-0.68	-0.7	-9.6	+0.88	-5	-14

れ分析上その影響が可溶無窒素物に及んでいる。粗繊維及ペントザンの消化は微生物の作用によると認められており、これらの消化率が影響を受け易いことは飼料の混合により、微生物の活動状況が変化することを示すもので従来の知見の示す処である。全糖、粗蛋白質、純蛋白質の消化率は影響を受け難いのは大体動物独自の消化吸収機構を保ち易く、微生物等の影響を受けることが少ないためと考えられる。これらの結果と前報に得られた結果とを比較すると、(第7表参照)、白鼠に青刈大麦10%添加した場合の消化率の変化(減少)の著しいのは有機物粗繊維、ペントザンであり、家兎では青刈ライ麦10%添加の場合はでは粗脂肪(増加)のみ変化し、早では粗繊維、ペントザン(減少)に変化があつた。青刈大麦の場合は合早共に、ペントザンは減少し、合では粗繊維、粗灰分は増し、早では全糖以外凡て減少し特に粗繊維、純蛋白質の減少が著しい。(合の粗繊維の増加は実験条件よりみて疑問である。)即ち粗脂肪、粗繊維の消化率の変化し易い点ではおよそ一致した結果となつており、今回の結果と一致している。今回の実験の詳細な点に就いては

殆んど組成の変化の影響を受けない。粗繊維、ペントザン、可溶無窒素物、粗脂肪、粗灰分等は影響を受ける。

(2) 得た結果に就て消化生理上より若干種の考察を述べた、(本研究の要旨は1951年8月東北農業研究会で発表した。)

終りに貴重な御意見を与えられた亀高助教授に感謝する。(1954.9.18.受付)

文 献

- 1 神立誠・須藤恒二・晴山信一(1953):本誌,23;148.
- 2 神立誠・堀米隆男(1953):東北農業,7;26
- 3 神立誠・坂戸輝好(1953):本誌,24;43
- 4 実験農芸化学(1952):103. 朝倉書店
- 5 田先威和夫(1949):畜産の研究,3;233
- 6 森本宏・亀岡喧一(1951):農技研報告,G.2;121
- 7 WATSON, G. J., DAVIDSON, W. M., KENNEDY, J. W., & FREASER, E. B., (1950): Sci. Agr., 30; 467. Nutrition Abstracts & Revs., 20; 1047.

Résumé

Successive digestion trials were performed with a male and a female rabbit by conventional method. The rations were basal diet which contained digestible crude protein 7.9% and starch value 57, dried red clover meal and equally mixed ration of them.

The results obtained are as follows.

(1) Although the tried 3 rations had widely

different compositions among them, their digestibilities of crude protein, true protein and total sugars were almost the same and did not influence by their composition. But the digestibilities of crude fiber, pentosan, nitrogen free extract, crude fat and ash were effected.

(2) From the results obtained, some discussion on the associative digestibility was described.