

ビタミンA制限による黒毛和種の肉質向上(2)

誌名	石川県畜産総合センター研究報告 = Bulletin of the Ishikawa Pref Livestock Research Center
ISSN	1347913X
著者名	干場,宏樹 織部,治夫 高下,定雄 山本,宏 菅野,常雄
発行元	石川県畜産総合センター
巻/号	36号
掲載ページ	p. 19-26
発行年月	2004年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ビタミンA制限による黒毛和種の肉質向上（第2報）

干場宏樹¹・織部治夫・高下定雄³・山本宏²・菅野常雄¹

Improvement of meat quality in Japanese Black Cattle Controlled VitaminA (The Second Report)

Hiroki HOSHIBA, Haruo ORIBE, Sadao TAKASHITA, Hiroshi YAMAMOTO, Tuneo SUGANO

キーワード：能登牛，黒毛和種，肥育，ビタミンA

要 約

黒毛和種去勢牛に対し肥育前・中期に濃厚飼料を制限（体重比1.4%）給与し、中期に稲ワラ給与（稲ワラ区）によりビタミンA（VA）を制限したところ、乾草区に比べ脂肪交雑が向上したが、肥育中期の1日当たり増体量（DG）は、乾草区の0.830kgに対し稲ワラ区は0.645kgと有意に低いものであった¹⁾。そこで、肥育中期の濃厚飼料給与量を2.0%とし、発剤性及び枝肉成績について検討した。

- 1) 肥育中期のDGは、乾草区0.911kg、稲ワラ区0.871kgと稲ワラ区が下回る値であったが有意差はなく、全期間でもそれぞれ0.760kg、0.721kgと稲ワラ区が下回ったが有意差は認められなかった。
- 2) 肥育中期の摂取飼料中のVA量は、乾草区2,959IU、稲ワラ区1,197IUと稲ワラ区が有意に下回った（ $P < 0.01$ ）。
- 3) 肥育中期終了時の血漿中VA濃度は、乾草区45.8IU/dl、稲ワラ区27.6IU/dlと乾草区が有意に上回った（ $P < 0.05$ ）。
- 4) 枝肉成績は、各形質間に有意差は認められなかったが、ロース芯面積（RA）で乾草区が、脂肪交雑（BMS）で稲ワラ区が良い傾向を示し、両区とも皮下脂肪の厚さ（SFT）が2.5cmとやや厚いものであった。

緒 論

黒毛和種の肥育では、牛肉輸入自由化以降産地間競争が激化し、差別化としてその多くが肉質重視の高品質牛肉生産を目指している。肉質向上技術としてのVA制限肥育技術については、多くの研究機関での研究報告とともに、その効果、制限時期等が明らかとなり必要以上の制限は、肥育牛の健康阻害につながるなどが指摘されている。一方、肥育農家では、VA制限が肉質向上につながる有効な技術として広く定着しているが、VA制限肥育では、肝臓のVA蓄積量に個体差があり、群飼が一般的な肥育農家における個体管理の難しさから、個体によっては過度のVA不足による食欲不振、発育遅延や浮腫、盲目、筋肉水腫（ズル）の発生で経済的損失も大きい。近年、消費者の食品に対する安全・安心志向が高いことから、肥育牛の健康を意識したVA制限による能登牛の肉質向上について検討した。

材料および方法

1. 試験期間及び飼料給与量と飼料設定

試験期間を前期9.6～11.9ヵ月齢（12週間）、中期11.9～17.9ヵ月齢（26週間）、後期17.9～27.1ヵ月齢（40週間）とした。試験区は、中期に粗飼料として稲ワラ給与によりVA制限する稲ワラ区と乾草を給与する乾草区を設定した。濃厚飼料は、和牛間接検定用配合に前期は大豆粕、中・後期は圧パン大麦、コーンフレークを配合したものを給与、稲ワラは県内産、チモシー乾草はカナダ産を用いた（表1.2）。

2. 供試牛

供試牛は、当センターの能登畜産センターより5頭（内2頭受精卵移植産子）、石川県農業開発公社より受精卵移植産子5頭の合せて黒毛和種去勢牛10頭を用い、血統および体重が最も均等になるように5頭ずつ乾草区と稲ワラ区に配置した（表2）。

1 石川県競馬事業局 2 石川県農林水産部消費流通課

3 (社)石川県農業開発公社内浦放牧場

表 1 試験期間と飼料給与量

区 分	肥育期間	前 期 0~12週	中 期 ~38週	後 期 ~78週
乾草区	濃飼	体重比 1.4%	体重比 2%	飽食
	ワラ			
稲ワラ区	濃飼	濃飼重量比 5%混合 飽食	飽食	濃飼重量比 5%混合 飽食
	ワラ			
	乾草		無給与	

* 濃飼：濃厚飼料 ワラ：稲ワラ 乾草：チモシー乾草

表 2 供試牛

区分	供試No.	生年月日	開始時月齢	父	母方父	導入先
乾草区	21	H12,7,10	10.2	茂波	谷茂	能登セ
	22 (ET)	H12, 7,20	9.9	美津福	紋次郎	能登セ
	23	H12, 8,23	8.8	第7安福	美津福	能登セ
	24 (ET)	H12, 8,26	8.7	北国7の8	紋次郎	公社牧
	25 (ET)	H12, 7, 2	10.5	福栄	勝宏	公社牧
	平均			9.6		
稲ワラ区	26	H12, 7, 5	10.4	茂波	安福栄	能登セ
	27 (ET)	H12, 8, 3	9.4	美津福	北国7の8	能登セ
	28 (ET)	H12, 7, 3	10.4	第7安福	谷福	公社牧
	29 (ET)	H12, 8,10	9.2	北国7の8	紋次郎	公社牧
	30 (ET)	H12, 8,27	8.6	北国7の8	谷茂	公社牧
	平均			9.6		

* 能登セ：能登畜産センター 公社牧：県農業開発公社牧場

表 3 供試飼料及び飼料設定と分析値

区 分	肥育期間	前 期	中 期	後 期		
濃 飼	間検配合	87.50%		71.40%		
	大豆粕	12.50%				
	コーンフレーク			7.10%		
	圧ペン大麦			21.50%		
分析値 (乾物中)	前・中期配合	TDN	CP	DM	NDF	β-カロテン
	後期配合	84.04%	18.63%	87.90%	16.92%	0.25mg/DM/kg
	稲ワラ	88.25%	12.27%	87.33%	17.31%	0.41mg/DM/kg
	チモシー乾草	45.41%	3.18%	86.17%	71.92%	0.65mg/DM/kg
		53.40%	10.29%	86.62%	68.83%	7.4mg/DM/kg

* 間検配合：和牛間接検定用配合

3. 管 理

供試牛は約36㎡（6m×6m）の牛房に5頭1群とし、飼料給与はドアフィーダーにより個体管理を行った。また、水は水槽による自由飲水、塩（尿石予防剤入り）は固形のもので自由舐食とした。敷き料はオガクズを用い踏み込みとし1ヵ月に1度敷料のオガクズを交換し、18ヵ月齢時に一度削蹄を実施した。

4. 調査項目

1) 発育調査

体重：2週毎に午後1時から測定、開始時及び終了時体重は3日間の平均を各々体重とした。

体尺：開始時、終了時及び4週毎に体重測定終了後11部位を測定した。

2) 飼料摂取量

毎朝、個体毎に残飼量を調査し摂取量を求めた。

3) 飼料分析

水分、乾物(DM)、粗蛋白質(CP)、可消化養分総量(TDN)、中性デタージェント(NDF)等の分析は当センターで、飼料中のβ-カロテン含量を石川県予防医学協会に依頼分析し、VAへの換算は1IUVA=2.5μgβ-カロテン²⁾とした。

4) 血液生化学、血中VA濃度調査

開始時(9.6ヵ月齢)、12週(11.9ヵ月齢)、26週(15.1ヵ月齢)、38週(17.9ヵ月齢)、50週

(20.7ヵ月齢)、64週 (23.9ヵ月齢)、終了時 (27.1ヵ月齢) に発育調査終了後真空採血管で採血、直後に遠心分離して得られた血漿を-80℃保存し、生化学性状分析は、ウエットケムシステム (CIBA-CORNING社 EXPRESS PLUS) を用い、グルコース (Glu)、総コレステロール (T-c ho)、血中尿素窒素 (BUN)、グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT)、 γ -グルタミルトランスペチターゼ (γ -GTP)、アルブミン (Alb) の項目について行った。VA濃度は、高速液体クロマトグラフィー (島津RF-535) を用い分析した。

5) 枝肉調査

和牛産肉能力間接検定法に準じて実施、枝肉格付は (社) 日本食肉格付協会の結果を用いた。

結果および考察

1. 発育

体重の推移については図1に示した。開始時乾草区で274.6±32.6kgであったものが、終了時には689.5±71.5kgとなり増体重は414.9±53.1kg、稲ワラ区はそれぞれ274.6±28.0kg、668.1±34.3kg、393.5±48.5kgであった。期待体重は、27ヵ月齢700kgを目標とした計算値で、乾草区は終了時までほぼ同程度の増体を示したが、稲ワラ区は65週を過ぎる頃から若干下回るものとなった。個体毎の体重で、稲ワラ区はバラツキも小さく開始時とあまり変わらなかったが、乾草区では開始時の倍以上のバラツキとなった。一般的に若齢時の体重差は肥育の経過に伴って広がるとされることから、乾草区のバラツキは開始時の体重差によるものと思われる。増体成績については、表4に示した。各区の期間増体量、期間DGは、前期乾草区で72.4kg、0.862kg、稲ワラ区は71.2kg、0.848kg、中期はそれぞれ175.0kg、0.911kg、168.0kg、0.871kg、後期167.5kg、0.630kg、154.3kg、0.580kgと、いずれも乾草区が上回るものとなった。また、全期間を通して乾草区が良い増体を示したが、有意差は認められなかった。このことから中期VA制限時

の濃厚飼料給与量を体重比1.4%から2.0%にすることで、発育遅延の改善が図られることが伺えた。

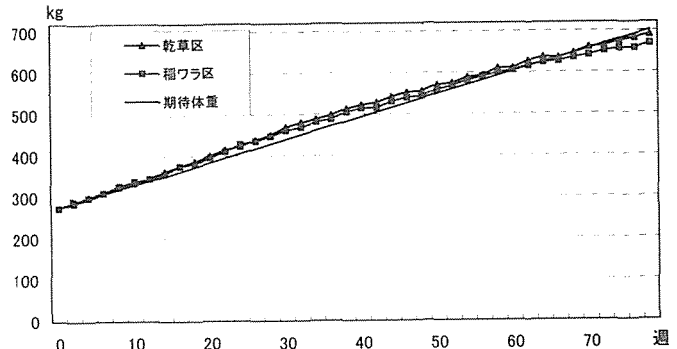


図1 体重の推移

表4 増体成績 (平均±標準偏差)

区分	乾草区	稲ワラ区
開始時体重(kg)	274.6±32.6	274.6±28.0
前期終了時(kg)	347.0±45.5	345.8±28.2
前期DG(kg)	0.862±0.18	0.848±0.05
中期終了時(kg)	522.0±61.9	513.8±24.0
中期DG(kg)	0.911±0.10	0.871±0.07
終了時体重(kg)	689.5±71.5	668.1±34.3
後期DG(kg)	0.630±0.12	0.580±0.14
増体重(kg)	414.9±53.1	393.5±48.5
全期間DG(kg)	0.760±0.10	0.721±0.07

2. 飼料摂取状況

各区における肥育期毎の飼料摂取量については表5に、養分摂取量については図2に示した。濃厚飼料の摂取量では、乾草区が各期とも稲ワラ区を上回り全期間通しても同様であったが、飼料要求率では下回るものとなった。また、摂取養分量について期待体重に要する養分値と比較して見ると、TDN、CP、DMでは、前・中期にかけて上回り後期は若干下回る傾向を示した。NDF(期待体重の要求量は乾物摂取量比：前期30%・中期25%・後期20%)については、前期上回ったものの中期以降は下回る摂取量であった。特に中期の低下は摂取飼料の割合が大きく濃厚飼料に偏ったためと考えられる。濃厚飼料、粗飼料の摂取割合(DM比)は、前期両区ともに38.3%、中期乾草区12.3%、稲ワラ区

表5 期別飼料摂取量

区分	乾草区			稲ワラ区		
	濃厚飼料	稲ワラ	乾草	濃厚飼料	稲ワラ	乾草
前期	5.08±0.75	0.26±0.03	2.67±0.23	4.99±0.54	0.35±0.05	2.46±0.05
中期	7.82±0.73	0.41±0.04	0.63±0.12	7.62±0.06	0.71±0.18	0.00±0.00
後期	7.62±0.64	0.43±0.02	0.87±0.10	7.39±0.85	0.43±0.03	0.82±0.08
全期間	7.23±0.57	0.39±0.03	1.11±0.11	7.04±0.33	0.51±0.07	0.86±0.05

9.6%、後期それぞれ14.6%、14.1%で、全期間では16.8%、15.9%であった。濃厚飼料、粗飼料を自由採食させると摂取乾物割合で80:20前後となることや濃厚飼料多給型では給与飼料中の粗飼料の割合が15~20%であり、両区とも中期濃厚飼料給与量を体重比2%給与としたところ、中期以降自由摂取や濃厚飼料多給型と変わらない結果となった。VAについては、肥育中期以降大きく下回るものとなり、中期両区間で有意が認められた(P<0.01)。また、VA要求量は42.4 IU/kg²⁾と体重増加に伴

い要求量が増すことから、中期以降期待体重に要する量と大きな差となった。VA制限肥育技術におけるVA給与量は明確でないが、欠乏症にならないためには、投与量として中期2,000~3,000 IU/日・頭、仕上げ期5,000 IU/日・頭が目安とされる³⁾。

本試験における飼料からのVA摂取量は、中期乾草区で2,959 IU、稲ワラ区1,197 IU、後期それぞれ3,492 IU、3,319 IUで乾草区では後期、稲ワラ区では中・後期いずれも下回る量であった。

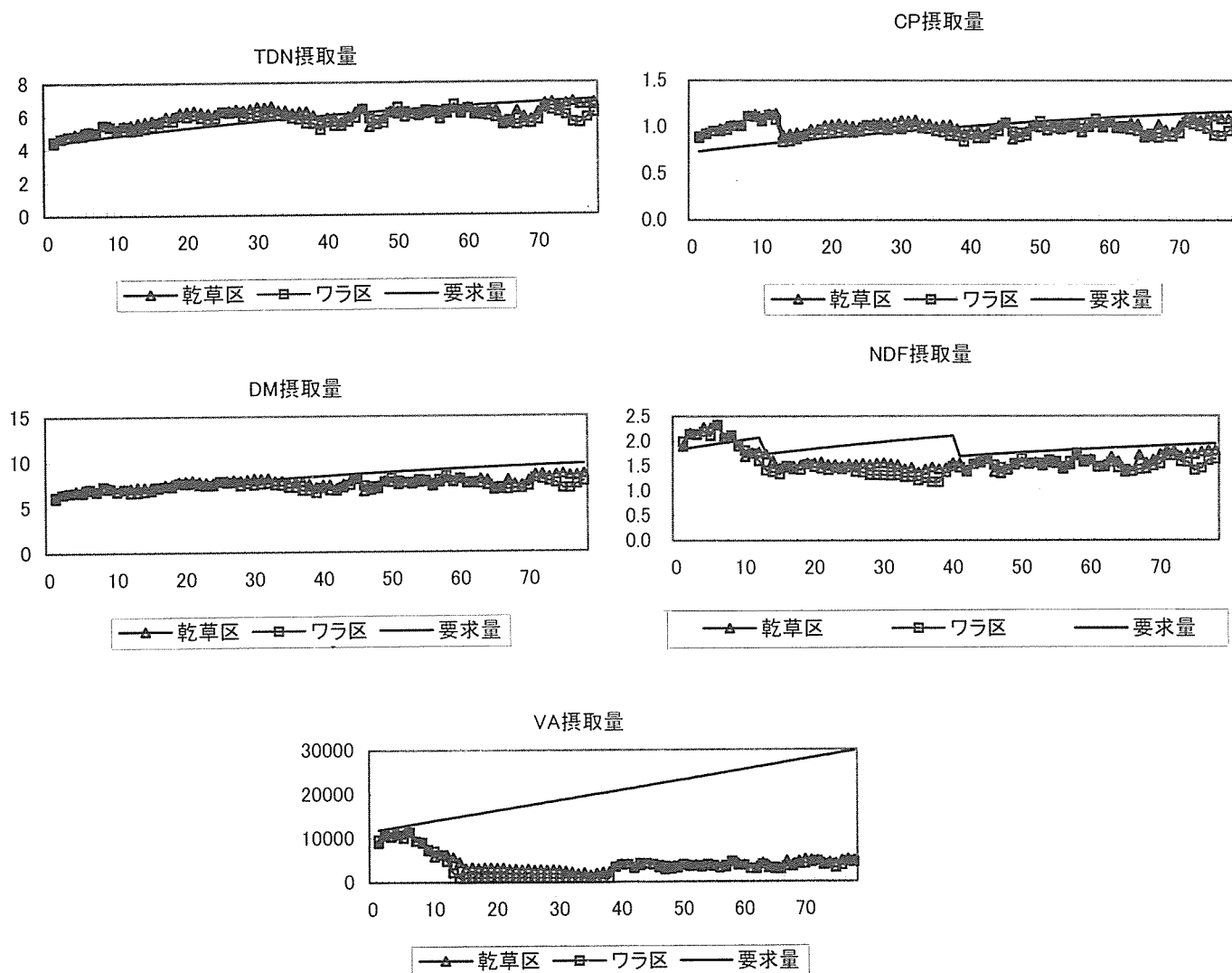


図 2 養分摂取量

3. 血液生化学的性状及び血漿中のVA濃度

乾草区、稲ワラ区の血液生化学的性状については、図 3 に示した。T-cho、BUNは肥育中期濃厚飼料摂取量が増加するに伴い上昇し、中期終了時に両区全期間の最高値を示した。稲ワラ区で64週頃BUNの低下が見られたが、これは濃厚飼料摂取量の低下によるものと思われる。GOT、 γ -GTPは両区とも正常範囲内⁴⁾で推移し、変動も少なく肥育期間

中の肝機能は正常であったことが伺われる。また、と畜時における内臓所見では、全頭異状は認められず廃棄もなかった。Albは、開始時乾草区4.3g/dl、稲ワラ区4.1g/dlであったものが、前期終了時両区ともに3.8g/dlまで低下したが両区全期間牛の正常範囲を上回るものであった。

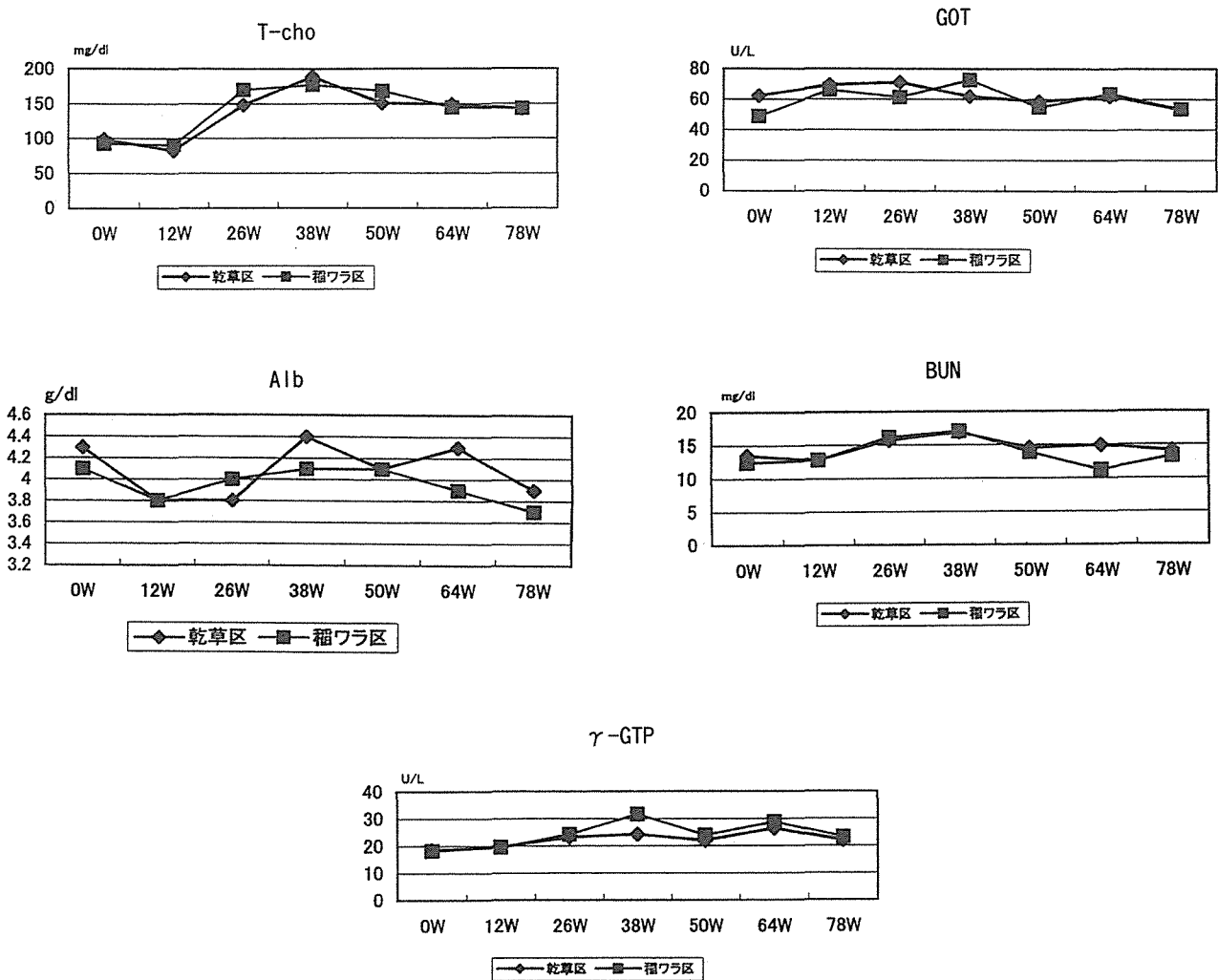


図3 血液生化学的性状

血漿中のVA値の推移については、図4で示した。開始時両区とも100IU/dl程度であったものが、乾草区で前期終了時に119IU/dlと上昇したが、稲ワラ区は同じ濃度であった。これは、チモシー乾草の摂取量の差によるものと推察される。

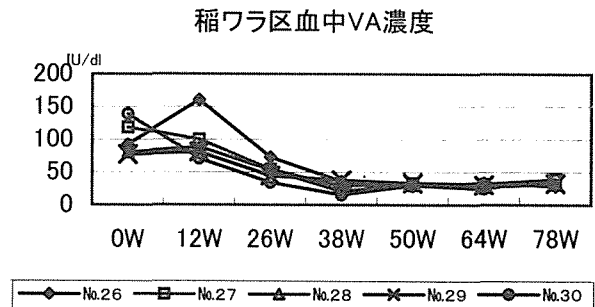
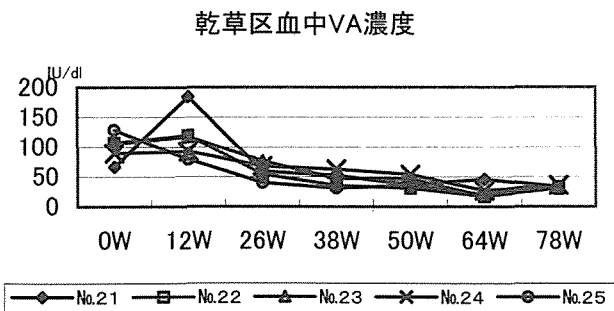
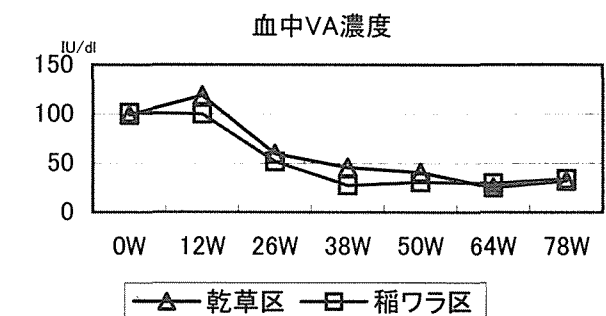


図4 血漿中VA濃度

健康体を維持する保健量として血漿中のVA濃度 80IU/dl、また、食欲不振等VA欠乏症状の出ない最小必要量として個体差もあるが30IU/dl以上を維持する必要があるとされ⁵⁾、乾草区で26週目以降保健量を下回り64週時(24ヵ月齢)に最小必要量を下



回る25.4IU/dl、稲ワラ区でも同様の傾向を示し中期終了時の38週時(18ヵ月齢)27.6IU/dlと最小必要量を下回る値となり、中期終了時両区間で有意差が認められた(P<0.05)。後期チモシー乾草給与開始後30IU/dlを若干上回る値となり、このことから、

中期の給与粗飼料を稲ワラとすることでVA制限が可能であることが示唆された。黒毛和種去勢牛の血中VA濃度が20 IU/dl以下の場合飼料摂取量が低下して低栄養状態になる⁷⁾。稲ワラ区のNo.27号牛は後期32~39 IU/dlで最小必要量の30IU/dlを上回る値であったが、67週以降飼料摂取量が低下し75週以降には4kg程度となった。一方、乾草区のNo.22・23号牛は後期64週時17.1、17.2 IU/dlで20 IU/dlを下回る値であった。No.22号牛飼料摂取量が65~69週にかけて7kg程度であったものが、6kgを若干切る量となり食欲の低下が見られたが、その後7.5~8kgの摂取量となった。No.23号牛は低下することなく8kg程度の摂取量で終了時まで推移した。その他の供試牛では飼料摂取量の極端な低下は認められなかった。

4. 枝肉成績

枝肉成績については、表6-1、6-2に示した。枝肉重量(CW)、ロース芯面積(RA)、バラ厚(RT)では、乾草区が上回る値であったが、両区間に有意差は認められなかった。皮下脂肪厚(SFT)は両区とも2.5cmとやや厚く、濃厚飼料多給型肥育ではSFTや筋間脂肪が厚くなることが知られており、これは中期以降の濃厚飼料摂取量の増加が、早い時期から皮下脂肪の蓄積につながったものと考えられる。

表6-1 枝肉成績 (平均±標準偏差)

区 分	乾草区	稲ワラ区
枝肉重量(kg)	433.0±48.2	422.2±21.9
歩留基準値(%)	74.0±1.0	73.4±1.4
ロース芯面積(cm ²)	56.6±2.4	52.2±4.8
バラ厚(cm)	7.2±0.9	7.0±0.5
皮下脂肪厚(cm)	2.5±1.0	2.5±0.9
脂肪交雑(No.)	4.8±2.2	5.6±1.9

(日本食肉格付協会)

表6-2 枝肉格付成績

区 分	等 級	歩 留	肉 質	枝肉重量	胸最長筋面積	バラの厚さ	皮下脂肪の厚さ	歩留基準値	BMSNo.	脂肪交雑等級	BCSNo.	光沢	肉 等級	総まり	きめ	等級	BFSNo.	光沢と質	等級	
																				21
乾草区	A	4	465	55	7.5	3	73.1	6	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5	
	A	3	414	56	7.2	3.4	73.3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	5	5	
	A	2	374	58	5.8	1	75.2	3	3	5	3	2	3	2	3	2	3	5	5	
	A	5	497	60	8.4	1.8	75	8	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5
	A	3	415	54	7.2	3.2	73.2	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	5	5
平均±SD	A		3.4±1.14	433.0±48	56.6±2.4	7.2±0.93	2.48±1.03	73.96±1.0	4.8±2.17	3.6±0.89	4.2±0.45	3.6±0.89	3.6±0.89	3.4±1.14	4.0±0.71	3.4±1.14	3.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	
稲ワラ区	A	4	408	50	7.5	4	72.2	7	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5	
	A	4	393	45	6.5	2.7	72.3	8	5	4	5	5	4	5	4	5	4	3	5	5
	A	2	447	57	6.4	1.9	73.8	3	3	5	2	2	2	2	3	2	3	5	5	
	A	3	438	55	7	1.9	74.2	5	4	4	4	4	4	3	4	3	3	5	5	
	A	3	425	54	7.5	1.9	74.4	5	4	4	4	4	4	3	4	3	3	5	5	
平均±SD	A		3.2±0.84	422.2±21	52.2±4.76	6.98±0.53	2.48±0.92	73.4±1.05	5.6±1.95	4.0±0.71	4.2±0.45	3.8±1.10	3.8±1.10	3.2±0.84	4.0±0.71	3.20±0.84	3.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	

脂肪交雑(BMS)は乾草区で4.8±2.2(脂肪交雑基準値1.27±0.72)、稲ワラ区で5.6±1.9(脂肪交雑基準値1.53±0.65)となり、稲ワラ区がバラツキも小さく優れるものであったが有意差は認められなかった。これらについては、ビタミンA制限による黒毛和種の肉質向上第1報でも同様の傾向¹⁾を示したが、皮下脂肪が厚くなったことから中期の濃厚飼料給与割合を押しやる必要がある。また、乾草区で第1報に比べBMSが良い結果となったのは、VA制限時の中期摂取飼料の割合がβ-カロテン含量の少ない濃厚飼料に偏ったために結果としてVAが制限されたと考えられる。平成14年能登牛育種価評価(育種価評価)では、屠殺時平均月齢29ヵ月、CW 415.6kg、RA 52.1cm²、RT 7.2cm、SFT 2.2cm、脂肪交雑基準値 1.42⁶⁾であり、両区とも平均27ヵ月齢でありながらSFTを除き他の形質は上回る値と

なった。各形質に多少の開きはあったが、両区間に有意差は認められなかった。また、血漿中のVA濃度とBMSとの間には相関は認められなかった。低栄養状態の中でも特にエネルギーに比して蛋白質の摂取が不足すると筋間水腫が発症する⁷⁾。谷口らは⁸⁾アルブミンの低下は、血液膠質浸透圧の低下を招き、VA欠乏によって変性を来たした血管壁より水分が漏れ出し、筋肉水腫を引き起こされた可能性や、VA制限による筋肉水腫の発症直前に飼料摂取量が著しく低下するとしている。稲ワラ区のNo.27号牛は後期濃厚飼料の摂取量が低下し、それに伴いTDN、CP摂取量も低下したが、筋間水腫の発症もなく、これは血漿中アルブミン濃度が3.5~4.1g/dlと牛の正常範囲内で推移していたことが発症につながらなかったものと考えられる。

河村らは⁹⁾、表7 中期栄養水準を高めると増体、

肉質共に優れたと報告。このことから第1報と試験時期が異なり単純な比較はできないが、第1報では前・中期濃厚飼料給与量を体重比1.4%、後期飽食（翌朝少量の残飼を認める量）を、今回の前期1.4%、中期2.0%、後期飽食とした試験と比較すると、DG・枝肉重量で優れたものの肉質に関する項目では劣る結果であった。

表7 各肥育期における濃厚飼料の給与割合（体重比%）

試験回時	区分	肥育前期	肥育中期	肥育後期
1	全区	1.2	1.3	1.5
2	試験区I	1.8	1.5	1.5
	試験区II	1.5	1.5	1.5
	対照区	1.2	1.3	1.5
3	試験区	1.6	1.8	1.5
	対照区	1.6	1.6	1.6

河村ら 9)

また、枝肉重量について、歩留基準値では乾草区0.8%、稲ワラ区で1.4%下回っており蓄積脂肪量の差と考えられることから、中期濃厚飼料給与割合に検討を要する結果となった。

引用文献

- 1) 山本宏・干場宏樹・織部治夫・菅野常雄. ビタミンA制限による黒毛和種の肉質向上（第1報）. 石川県畜産総合センター研究報告, 未発表.
- 2) 農林水産省農林水産技術会議事務局. 2000. 日本飼養標準・肉用牛. 89-96. (社)中央畜産会. 東京.
- 3) 農業技術大系畜産編肉牛. 1978. 肉質・脂肪交雑とビタミンA給与. 技256の2-256の7 農山漁村文化協会. 東京.
- 4) 全国家畜保健衛生業績発表会協賛会編集. 1991. 家畜衛生必携. 202-211. 地球社. 東京.
- 5) 甫立京子. 1999. 肥育牛におけるビタミンA制御による肉質改善. 肉用牛研究会報, 67: 22-28
- 6) 石川県畜産総合センター. 2003. 石川県における育種価の評価結果.
- 7) (独)畜産草地研究所. 2001. 肥育牛のビタミンA欠乏による筋肉水腫の発生機構. 畜産研究情報, 15: 1524
- 8) 谷口稔明・太田慶一・大橋傳・宮重俊一・浦田克博・宮崎茂・吉岡都・宮本亨・高橋雄治・中村菊保・芝原友幸・甫立京子・河北由美・倉重昭昌. 1999. 牛の筋肉水腫（ズル）の再現と病理・生化学的所見. 家畜衛試研究報告, 105: 15-21.
- 9) 河村正・井上慶一・高野健二・柴山幸良・渡智治・北雄二・山本実・山内健治. 1998. 黒毛和種の肥育期間短期化への取り組み. 肉用牛研究会報, 66: 29-30.

附表1 個体別発育成績及び飼料要求率

発育成績

試験区分	乾草区					稲ワラ区						
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
供試No.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
開始時体重 (kg)	319.3	295.7	238.2	265	255	274.6±32.6	294.3	294.7	295	251.7	237.2	274.6±28.0
前期終了時 (kg)	411	367	297	349	311	347.0±45.5	367	364	365	329	304	345.8±28.2
中期終了時 (kg)	608	540	445	534	483	522.0±61.9	524	518	542	508	477	513.8±24.0
終了時体重 (kg)	774	670	603.3	751.3	648.7	689.5±71.5	660	618	706	694	662.7	668.1±34.3
と畜前体重 (kg)	768	670	608	744	652	688.4±66.2	664	624	706	690	658	668.4±31.5
開始時体高 (cm)	117.6	112.4	108.8	109.8	110.8	111.9±3.5	116	119.2	118	107.2	110	114.1±5.2
終了時体高 (cm)	139	140.2	131	138.2	138.2	137.3±3.6	137	144.8	140	133.4	135.2	138.1±4.5
前期DG (kg)	1.091	0.849	0.7	1	0.667	0.862±0.18	0.865	0.825	0.833	0.921	0.796	0.848±0.05
中期DG (kg)	1.027	0.874	0.764	0.984	0.907	0.911±0.10	0.819	0.78	0.951	0.929	0.879	0.871±0.07
後期DG (kg)	0.624	0.489	0.595	0.817	0.623	0.630±0.12	0.511	0.376	0.617	0.699	0.698	0.580±0.14
全期間DG (kg)	0.833	0.686	0.669	0.891	0.721	0.760±0.10	0.67	0.592	0.753	0.81	0.779	0.721±0.07

飼料摂取量及び飼料要求率

摂取量	濃厚飼料(現物 kg)	4,209.30	3,911.20	3,605.40	4,333.30	3,691.90	3,950.2±316.6	3,820.10	3,578.90	3,852.20	3,875.80	4,078.60	3,841.1±178.1
	稲ワラ(現物 kg)	230.1	216	201.1	230.5	204.2	216.4±13.9	238.7	275.2	252.5	330.5	284.7	276.3±35.3
	乾草(現物 kg)	647.1	524.7	572.9	638.7	660.5	608.8±57.9	470.3	447.5	457.5	511.2	470.2	471.3±24.2
	粗飼料計(現物 kg)	877.2	740.7	774	869.2	864.7	825.2±63.2	709	722.7	710	841.7	754.9	747.7±55.7
飼料要求率	濃厚飼料(現物 kg)	9.26	10.45	9.88	8.91	9.38	9.52±0.60	10.45	11.07	9.37	8.76	9.59	9.76±0.91
	稲ワラ(現物 kg)	0.51	0.58	0.55	0.47	0.52	0.52±0.04	0.65	0.85	0.61	0.75	0.67	0.70±0.09
	乾草(現物 kg)	1.42	1.4	1.57	1.31	1.68	1.47±0.15	1.29	1.38	1.11	1.16	1.11	1.20±0.12
	TDN (kg)	7.66	8.55	8.2	7.34	7.88	7.88±0.47	8.52	9.1	7.63	7.26	7.8	7.99±0.74
	C P (kg)	1.3	1.45	1.38	1.24	1.32	1.33±0.08	1.44	1.54	1.29	1.21	1.31	1.35±0.13

附表 2 個体別枝肉成績

区分	乾草区						稲ワラ区							
	No. 21	No. 22	No. 23	No. 24	No. 25	平均±SD	No. 26	No. 27	No. 28	No. 29	No. 30	平均±SD		
終了時体重(kg)	754.7	658.7	591.3	732.7	628.7	673.2±69.07	647.3	615.3	690	674	646	654.5±28.73		
終了時体高(cm)	139	140.2	131	138.2	138.2	137.3±3.83	137	144.8	140	133.4	135.2	138.1±4.48		
肥育指数	542.9	469.8	451.4	530.2	454.9	489.8±43.44	472.5	424.9	492.9	505.2	477.8	474.7±30.64		
と畜前体重(kg)	768	670	608	744	652	688.4±66.25	664	624	706	690	658	668.4±31.54		
枝肉重量	温と体	右半丸	236.5	210	190	253	212.5	220.4±24.58	208	200	228	223	214.5	214.7±11.26
		左半丸	237.5	212	192	252.5	211.5	221.1±23.86	208.5	201	227	223.5	219.5	215.9±10.85
		計	474	422	382	505.5	424	441.5±48.42	416.5	401	455	446.5	434	430.6±21.99
		歩留	61.7	63	62.8	67.9	65	64.1±2.46	62.7	64.3	64.4	64.7	66	64.4±1.16
		右半丸	232	206	188	249	208	216.6±23.93	204	196	224	219	210	210.6±11.26
		左半丸	233	208	186	248	207	216.4±24.28	204	197	223	219	215	211.6±10.81
	冷と体	計	465	414	374	497	415	433.0±48.18	408	393	447	438	425	422.2±21.95
		歩留	60.5	61.8	61.5	66.8	63.7	62.9±2.47	61.4	63	63.3	63.5	64.6	63.2±1.13
		と体全長	256.5	241.5	237	254	243	246.4±8.42	242	249	255	243	242	246.2±5.72
		と体長	160	153	148	157	151	153.8±4.76	151	157	157	151.5	150	153.3±3.42
		腹長	81.5	76	75.4	80	77	78.0±2.65	76.5	78	81	75	75.5	77.2±2.41
		仙長	29	27	25	27	26	26.8±1.48	27	27	28.5	27	27	27.3±0.67
枝肉部位	腰長	41.5	38.5	37	40	38.5	39.1±1.71	38.5	40	39.5	39	37.5	38.9±0.96	
	背長	78	75	74	79	74	76.0±2.35	75.5	77.5	79	75.5	76	76.7±1.52	
	頸長	43	41	40.5	43	41	41.7±1.20	41	43	43	42	41	42.0±1.00	
	胸幅	49	49	42	50	48.5	47.7±3.23	46	46.5	46	46.5	47.5	46.5±0.61	
	腰幅	50	48.5	45.5	50.5	50.5	49.0±3.23	49.5	51	49	52	50.5	50.4±1.19	
	胸幅	72	71	68	73	71	71.0±2.12	69	72.5	74	73.5	73.5	72.5±2.03	
	腰幅	30.6	30.2	30.6	33.6	30.8	31.2±1.87	30	29.6	31.8	33.3	31.3	31.2±1.48	
	腰厚	32.4	30.6	27.8	32	31.8	30.9±1.38	30	29.8	28.5	30.9	30.9	30.0±0.99	
	胸厚	24.8	25.2	24.4	25.8	27.2	25.5±1.87	26	24.8	25.8	23.2	24.2	24.8±1.16	
	ロース芯面	57.2	60.87	59.09	68.18	55.4	60.1±1.09	49.2	49.3	63.04	58.89	54.8	55.0±6.04	
	ハラ厚	8.2	7.5	6	8.5	8	7.6±4.93	8.2	7.5	6.7	7.5	7.7	7.5±0.54	
	脂肪厚	第6肋骨	2	1.2	1.4	1.4	2	1.6±0.99	1.7	1.8	1.2	1.5	2.2	1.7±0.37
第3-第4		1.2	1.7	2.9	1.4	1.7	1.8±0.37	1	1.7	1.2	1	1.5	1.3±0.31	
皮下		3.8	3.4	1.2	2	3.4	2.8±0.66	4.8	2.8	1.8	1.6	1.9	2.6±1.32	
筋間		8.5	8	5.5	7	6.5	7.1±1.11	7.5	5.5	4	6	7	6.0±1.37	
胸軟骨	1.1	1.7	1.5	1.5	1.9	1.5±1.19	1.3	1.8	1.1	1.5	1.8	1.5±0.31		

肉色及び脂肪色

区分	乾草区						稲ワラ区						
	No. 21	No. 22	No. 23	No. 24	No. 25	平均±SD	No. 26	No. 27	No. 28	No. 29	No. 30	平均±SD	
肉色	ロース芯	47.44	47.35	45.42	52.32	49.38	48.4±2.61	49.96	52.35	37.74	45.9	46.76	46.5±5.55
	a 値	24.95	22.8	25.8	21.04	25.61	24.0±2.06	21.48	20.92	27.65	25.39	23.04	23.7±2.81
脂肪色	b 値	10.71	9.45	11.77	11	12.83	11.2±1.26	11.07	10.86	10.19	11.94	11.15	11.0±0.63
	筋間脂肪	77.81	74.17	78.36	75.53	78.87	76.9±2.01	77.96	79.84	80.39	78.25	79.51	79.2±1.04
	a 値	14.2	2.99	2.95	4.35	1.52	2.6±1.21	0.62	1.94	2.08	5.35	4.64	2.9±1.99
	b 値	4.72	5.91	6.51	6.44	6.34	6.0±0.74	5.53	5.3	6.83	5.86	7.35	6.2±0.88
	皮下脂肪	77.4	76.13	78.38	79.89	79.83	78.3±1.61	77.3	78.23	78.16	79.58	79.6	78.6±1.00
	a 値	2.58	4.97	3.3	2.95	2.14	3.2±1.09	3.4	3.46	3.86	2.16	4	3.4±0.73
	b 値	5.62	6	6.78	6.57	6.66	6.3±0.50	6.03	6.1	6.19	5.85	6.6	6.2±0.28
	腎脂肪	72.8	67.68	71.83	71.6	71.02	71.0±1.96	72.79	73.88	69.89	71.21	69.14	71.4±1.97
	a 値	5.36	11.91	7.8	6.59	9.7	8.3±2.59	5.43	3.67	12.16	8.29	12.07	8.3±3.83
	b 値	4.24	11.59	9.63	8.36	9.91	8.7±2.77	9.17	8.06	12.41	11.27	12.11	10.6±1.90

* 筋間脂肪色測定位置……日本格付協会筋間脂肪測定上の脂肪色
 * 皮下脂肪色測定位置……日本格付協会皮下脂肪厚測定位置
 * 腎脂肪色測定位置……腎臓中心部の表面脂肪

附表 3 体各部位の発育値

乾草区											
区分	体高	体長	十字部高	胸囲	胸深	胸幅	尻長	腰角幅	かん幅	座骨幅	管囲
開始時	111.88	124.56	115.72	150.6	52.8	34.6	42.8	35.3	37.8	21.6	16
4	114.72	126.48	120.24	147.08	55.2	36.4	43.8	36.4	39	22.8	16.2
8	117.56	129.8	119.2	159.4	56.6	39.4	46	38.2	40.2	23.4	17
12	118.64	130.68	121.72	161.4	59.68	39.8	46.8	39.2	41.2	24.4	16
16	120.16	134.8	122.92	166	59.4	40.3	46.2	41	40.6	21.8	17
20	124.3	142.54	126.42	172.2	62.6	42.4	46.8	41.4	43	25.8	18.2
24	123.8	140.08	125.96	174.2	63	42.6	47	42.2	40	23.7	18
28	126.4	144.04	126.96	180.4	63.6	46.4	49.7	43.4	41.8	25.4	18.6
32	128.24	143.36	127.72	186.8	65.6	47.8	48.9	44.8	41.8	25.7	17.5
36	130.16	147.36	128.2	190.6	67.4	47.6	50	46	43.6	26.9	18
40	129.28	145.08	129.72	192	67.1	49.4	49.8	44.2	43.2	27	18.8
44	129.64	144.72	130.72	194.6	68.2	50.4	49.8	46.4	43.4	27.2	19
48	132.9	150.34	133.66	197.4	197.7	51.8	49.4	46.4	45.8	27	19.2
52	133.76	151.24	133.28	200.8	69.64	52.2	54.8	49	48	23.264	18.2
56	133.48	152.72	133.6	203.4	69.4	54.4	54	50.4	49	31.8	19
60	135.24	153.28	134.7	204.6	70.4	55.2	54.2	50.6	49	31.6	19.4
64	134.4	154.28	134.32	209.2	71.88	55.4	55	50.2	48.8	31.4	18.6
68	135.12	152.84	135.16	210	73.12	57	54.8	50.2	49.4	29.6	18.8
72	136.2	154.88	135.76	213.2	72.8	56.4	54.4	50.8	49.4	30.8	19.6
終了時	137.32	157.8	136.56	218.4	74.92	58	56.2	51.6	50.4	30.8	19.9
増加量	25.44	33.24	20.84	67.8	22.12	23.4	13.4	16.3	12.6	9.2	3.9

稲ワラ区											
区分	体高	体長	十字部高	胸囲	胸深	胸幅	尻長	腰角幅	かん幅	座骨幅	管囲
開始時	114.08	125.88	115.88	150.4	54.4	32.8	43	35.8	37.6	21.6	15.9
4	116.64	129.96	117.12	154.8	56	36	44.6	37	38.4	24.6	16.2
8	118.28	133.56	120.24	158.8	58.6	37.6	45.8	38.6	40.4	23	16.8
12	118.9	135.04	122.68	161.4	60.12	40	47	40.2	41.6	24.4	16.4
16	121.16	137.84	123.92	165.4	60.4	38.8	46.4	40.8	40.6	22.6	17.6
20	125.52	140.56	127.48	172.4	61.2	42.6	48.6	42.2	43	25.4	17.8
24	125.76	142.28	127	176.2	84.6	45.8	47.4	43.6	41.8	27.6	19.2
28	127.56	145.08	128	180	64.1	43.9	49.8	43.8	41.2	25.1	17.8
32	128.4	148.32	128.36	183.8	65.8	45	49.9	44.2	42.2	25	17.9
36	130.64	145.96	130.12	194.2	67	47.2	50.2	46	43.5	25.9	18.2
40	130.92	148.16	130.84	191.8	68.2	48	49.6	44.8	43.2	26.5	18.8
44	131.44	148.52	132.66	195.6	67.8	48.2	51.2	46.6	43.8	26.6	18.8
48	133.22	152.32	134.28	198.2	70	48.6	50.4	46.2	44.8	26.4	19.2
52	134.44	152.08	135.68	198.8	70.88	50.36	54.2	49.2	47.6	30.6	18.1
56	135.44	157.88	136.48	202.6	71.2	53.48	55.3	50.4	48.2	32.8	18.8
60	136.4	154.92	136.2	204.4	71.6	53.2	56.2	50.6	48.4	31.8	18.8
64	135.92	156.72	135.84	207.4	72.64	55.4	55.4	50.7	49	32.4	18.8
68	136.44	158.16	136.92	211.6	74.6	55.6	56.6	50.4	49.2	31.7	18.9