

氏 名 (本籍)                    小 宮 山                    てつ 鐵                    ろう 朗

学 位 の 種 類                    農                    学                    博                    士

学 位 記 番 号                    農                    第                    1 5 1                    号

学 位 授 与 年 月 日                    昭 和 5 2 年                    2 月 1 0 日

学 位 授 与 の 要 件                    学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当

学 位 論 文 題 目                    鶏のエネルギーおよび蛋白質要求量  
の 遺 伝 的 変 異 に 関 する 研 究

論 文 審 査 委 員 (主 査)

教 授 松 本 達 郎                    教 授 水 間                    豊

教 授 正 木 淳 二

# 論文内容要旨

栄養要求量に遺伝的変異が存在すれば、選抜により特定の栄養素に対する要求量が少ない鶏の育種の可能性を示すもの、省資源的な鶏の作出に繋がるもので養鶏産業に資すること大である。また、栄養要求量の特異な鶏の作出は、医学、栄養学などの領域において貴重な実験動物を提供することになり、間接的ながらも人間社会への貢献があるものと考えられる。

鶏の栄養要求量の遺伝的変異に関する従来の研究結果は必ずしも充分といえず、遺伝的変異の存在の確認をさらにおし進めて行く必要がある。

本研究においては、鶏の成長期のエネルギーおよび蛋白質要求量の遺伝的変異の存在を確認し、さらに、その遺伝的変異の生理的背景についての検討をあわせ行うことを目的とした。

## 1. 鶏の成長時におけるエネルギーおよび蛋白質要求量の遺伝的変異に関する研究

供試鶏種は、白色レグホーン種2近交系(WL-R, WL-B), 劣性伴性委性遺伝子(dw)の有無により系統分離を行った白色レグホーン種2系統(WL-F-dw, WL-F-DW), 白色プリマ<sup>ス</sup>ロック種(WR-A), ファヨウミ種(Fayoumi, Fay)の6鶏種で、孵化時より8週齢時まで各鶏種135羽、総数810羽の雄雛を供試した。

試験飼料は、エネルギーが高位、中位、低位の3水準(4.2, 3.6, 3.0, MEKcal/g), 蛋白質が高位、中位、低位の3水準(26.0, 21.0, 16.0, cp%)の組合せからなる9種類である。

調査した形質は、増体量、飼料摂取量、飼料効率(増体量(g) /  $\frac{(\text{飼料摂取量}(g))}{\text{飼料摂取量}(g)}$ ), エネルギー効率((増体量(g) / エネルギー摂取量(MEKcal)) × 100), 蛋白質効率(増体量(g) / 蛋白質摂取量(g))の5形質である。

一般に、増体量は飼料中のエネルギー水準と蛋白質が高くなるにつれ増加する傾向がみられるが、Fayのみはエネルギー水準の変化が増体量に大きく影響を与えるのにも拘らず、蛋白質水準の変化に伴う増体反応は鈍いものであった。このことは鶏種毎の分散分析でも明らかで、Fay以外の総ての鶏種に、増体におよぼす飼料蛋白質水準の1次効果の有意性が検出された。

飼料摂取量は飼料中のエネルギー水準が低下するほど増加する傾向がみられ、また、増体量の大きな鶏種ほど多い。飼料中の蛋白質水準の変化は、飼料摂取量の増減には殆ど影響を与えない。エネルギー水準の飼料摂取量におよぼす影響の程度は鶏種で異なり、WL-F-DWとFay以外の鶏種に有意な1次効果が認められた。

飼料効率は飼料中のエネルギー水準および蛋白質水準の高いほど良くなる傾向がある。

WL-F-dw と Fay 以外の鶏種に飼料中の蛋白質水準の飼料効率におよぼす1次効果に有意性が検出された。

エネルギー効率は飼料中の蛋白質に対し相対的にエネルギーが少ない程良い。換言すればエネルギーが制限因子になればエネルギーを効率良く体に蓄積する傾向を有する。

エネルギー水準が高まればエネルギー効率は悪くなり、蛋白質水準が高くなればエネルギー効率は良くなるが、Fay のみは他の鶏種と異なりエネルギー水準の高い程エネルギー効率が高くなるという特異な反応を示した。WL-Rにのみ、エネルギー水準のエネルギー効率におよぼす1次効果に有意性が検出され、WL-F-dw と Fay 以外の鶏種に蛋白質水準のエネルギー効率におよぼす1次効果の有意性が認められた。

蛋白質効率は飼料中のエネルギーに対し相対的に蛋白質が少ないほど良い。換言すれば蛋白質が制限因子となれば蛋白質を効率良く体に蓄積する。

鶏種間差の有意性は総ての形質において認められた。また、飼料摂取量以外の4形質において有意な鶏種と飼料エネルギー水準間の2因子交互作用が存在した。さらに蛋白質効率において鶏種と飼料蛋白質水準間の2因子交互作用に有意性が検出された。

供試鶏種のうちで、Fay は特異な反応を示すことが多く、Fay のエネルギー要求量の大きいことが示唆された。

また、劣性伴性矮性遺伝子を有するWL-F-dw も他鶏種と異なる反応を示すことが多かった。(第2章、表1, 2, 3, 図1)

## 2. 血糖値にみられる鶏種間差について

栄養要求量にみられた鶏種特異性の生理的背景を調べる目的で、飼料摂取能あるいはエネルギー代謝に関連のある血糖値、体温、甲状腺機能、熱生産量にみられる鶏種間差を調査した。

前述の6鶏種のうちでは、Fay の平常時血糖値が高く、WR-Aのそれは低いものと推定された。WR-Aはエネルギー効率が優れ、Fay のエネルギー効率は劣っており、耐糖試験を行ったWL-R、WL-B、WR-Aの比較でも、静注されたグルコースを組織に取り込む速度は、WR-Aが他鶏種より早く、WR-Aのグルコース利用性の高いことが推察されたが、グルコース利用性の良いことはWR-Aにみられる優れたエネルギー効率を支持するものと思われる。

(第3章、表4)

### 3 体温にみられる鶏種間差について

体温の測定は、直腸温、胸部皮温、脚部皮温を、WL-F-dw, WL-F-DW, Fay の3鶏種を用いて測定したが、WL-F-dw は他鶏種に比し直腸温、胸部皮温、脚部皮温とも著しく低く、また、WL-F-DWとFay で認められた24時間絶食による皮温の低下がWL-F-dw には見られなかった。

成長期のFay の皮温は他鶏種より高く、また24時間絶食の影響である皮温の低下は供試鶏種中最も大きく、高い体温を維持するために摂食活動を盛んに行う必要があること。また体温の高いことがFay にみられるエネルギー効率の劣っていることの一因であることが示唆された。

(第4章 図2, 3)

### 4 甲状腺機能にみられる鶏種間差について

WL-F-dw, WL-F-DW, WL-II, WR-A, Fay および烏骨鶏(Silky)の6鶏種の7週齢時雄雛を供試し、甲状腺機能にみられる鶏種間差の存在を調べた。

5種類の測定方法を用いて得られた甲状腺機能の推定値を検討した結果、Fay の甲状腺機能が高いものと推定され、体温の高い実験結果を支持する成績が得られた。

しかし、体温に差のみられたWL-F-dw とWL-F-DW間には甲状腺機能の差は認められなかった。両系統の差である性染色体の違いは、甲状腺機能に直接影響を与えないことが示された。

絹糸羽相から甲状腺機能の低いと推定されたSilkyの機能は、供試鶏種中ではむしろ高いものであった。(第5章 表5)

### 5 熱生産量にみられる鶏種間差について

Fay, WL-F-dw, WL-F-DW, Silkyの成雌を用いて測定した熱生産量は、メタボリック・ボディ・サイズ当りに換算すると、WL-F-DWが最も熱生産量が多く、次いでFay, WL-F-dw, Silkyの順になり、劣性伴性矮性遺伝子は熱生産量の低下を惹き起こすかに見えたが、摂取エネルギー当りの熱生産量の比較では、矮性遺伝子を有するWL-F-dw と、その対照であるWL-F-DW間に差は認められなくなった。

Silkyの飼料摂取量は供試鶏中最も少ないため摂取エネルギー当りの熱生産量は供試鶏中最高値を示した。(第6章 表6)

## 6 結 語

鶏の成長時におけるエネルギーおよび蛋白質要求量の遺伝的変異の確認を行ったところ、供試鶏中でFayとWL-F-dwが、飼料中のエネルギーおよび蛋白質水準の変化に対して特異な増体反応を示したが、その背景を探るために調査した生理的形質においても、FayとWL-F-dwは特異性を示した。

Fayにみられる増体反応の特異性の1因として、成長期の体温の高いことが考えられる。即ちFayは高い体温を維持する必要上摂食活動を盛んに行わねばならず、エネルギー水準の高い飼料でも摂取量の低下はあまりみせない。一方、摂取したエネルギーは熱として放散させるためエネルギー効率が他鶏種より劣り、飼料中のエネルギー水準が高くなるほどエネルギーが蓄積にまわるためエネルギー効率が良くなるものと考察すれば、Fayにみられる一連の特異性は説明できる。

WL-F-dwの特異性は食欲抑制機構の異常が原因の一つとも考えられる。もし、劣性伴性矮性遺伝子が食欲を抑制するものとするならば、非常に少ない飼料摂取量が、成長の抑圧、体温の低さ、メタボリック・ボディ・サイズ当りの熟生産量の少なさなどが説明できる。

本研究において栄養要求量に遺伝的変異の存在が確認されたが、この結果は飼養条件に適合した鶏の育種の可能性ならびに現在繫養されている鶏種ごとに最適な飼養管理条件の設定が必要であることを示すものである。

また、本研究は通常の状態のもとでは隠されている遺伝的変異(cryptic genetic Variation, concealed genetic Variation, hidden genetic Variation)の顕出の一方法を示したものである。

Table 1. Weight gain in gramme from 0 to 8 wks. of age.

Diet		Breed						Diet mean
No	ME-CP <sup>1)</sup>	WL-R	WL-B	WR-A	WL-F-dw	WL-F-DW	Fay	
1	4.2-2.6	698 <sup>2)</sup>	581	1423	428	727	605	744
2	4.2-2.1	656	595	1345	418	657	600	712
3	4.2-1.6	541	397	1179	372	513	561	594
4	3.6-2.6	646	610	1294	418	703	521	699
5	3.6-2.1	657	566	1349	415	688	554	705
6	3.6-1.6	573	431	1220	388	628	537	630
7	3.0-2.6	585	509	1083	411	618	440	606
8	3.0-2.1	589	450	1092	381	624	421	593
9	3.0-1.6	544	437	968	369	546	395	543
Breed mean		610	508	1217	401	634	515	648

1) ME; Kcal/g, CP; %.

2) Mean of 15 birds.

Table 2. Analyses of variance of weight gain, feed intake, feed efficiency, energy efficiency, protein efficiency, from 0 to 8 wks. of age.

Source of variation	Degree of freedom	Mean square (MS) of				
		Weight gain	Feed intake	Feed efficiency	Energy efficiency	Protein efficiency
		MS×10 <sup>-3</sup>	MS×10 <sup>-3</sup>	MS×10 <sup>4</sup>	MS×10 <sup>2</sup>	MS×10 <sup>3</sup>
Total	161	1)				
Set (S)	1	2784 **	4800 **	1820 **	13437 **	3877 **
Repeat (R)	4	23 **	2120 **	355 **	2974 **	828 **
Breed (B;S)	4	2165 **	6844 **	455 **	3651 **	1153 **
Energy (E)	2	177 **	877 **	1907 **	273 **	4246 **
Protein (P)	2	141 **	65 *	305 **	2133 **	6473 **
EP	4	12 *	50 *	28 **	125	3
SE	2	12	24	8	101	19
SP	2	18 *	18	28 **	226 *	1
SEP	4	2	4	5	46	32
EB;S	8	28 **	27	18 **	159 **	54 **
PB;S	8	5	10	9	84	58 **
EPB;S	16	2	12	5	49	17
Residual	104	4	15	5	55	16

1) \*\*; Significant at P≤0.01

\*; Significant at P≤0.05

Table 3 Analyses of variance of weight gain of each breed from 0 to 8 wks. of age.

Source of variation	Degree of freedom	Mean square of					
		WL-R	WL-B	WR-A	WL-F-dw	WL-F-DW	Fay
Total	26						
Energy (E)	2	1)					
Linear (EL)	{ 1	15523 *	15688 *	322619**	1668	5821	130118**
Quadratic(EQ)	{ 1	3208	9972	67035 *	688	20780	6823
Protein (P)	2						
Linear (PL)	{ 1	36486**	94816**	93197**	7967**	64716 *	2701
Quadratic(PQ)	{ 1	7814	11060	27365	300	6807	1436
EP	4						
EL · PL	{ 1	10208	9130	12545	152	15208	4
Rest	{ 3	416	6469	4469	363	1698	1344
Error	18	2901	3366	9569	539	7912	4426

1) \*\*; Significant at  $P \leq 0.01$

\* ; Significant at  $P \leq 0.05$

Table 4 Level mean of blood glucose

Factor	Level	Blood glucose m $\bar{g}$ /Plasma dl					retention rate from 5 to 15 min.
		Initial	5 min. after glucose injection	15 min. after glucose injection	25 min. after glucose injection	change from 5 to 15 min.	
Breed mean	WL-B	2360 *	4133 **	2872	2553 +	1262 **	699 +
	WL-R	2383	3656	2687	2412	969	742
	WR-A	2184	4019	2679	2338	1341	686
Room temperature mean	5°C	2364 +	3942	2764	2397	1179	712
	25°C	2253	3930	2728	2472	1202	706
Sex mean	♂	2355	3928	2799	2483	1130	708
	♀	2262	3944	2694	2385	1251	724
Injection dose mean	500		**	**	†	**	**
	1000		3497	2646	2398	852	759
			4375	2846	2470	1529	659
Total mean		2309 <sup>2)</sup>	3936	2746	2434	1191	709

1) Glucose m $\bar{g}$ /blood dl.

2) Blood glucose m $\bar{g}$ /plasma dl.

\*\* ; Significant at  $P \leq 0.01$

\* ; Significant at  $P \leq 0.05$

+ ; Significant at  $P \leq 0.10$

Table 5 Thyroid function measurement by five kinds of method

Breed \ method	Uptake (%)	Release rate (%)	Thyroxine Secretion rate (TSR) (L thyroxine $\mu\text{g}/100\text{gWt}$ )		Plasma thyroxine ( $\mu\text{g}/\text{plasma dl}$ )
			I 1)	II 2)	
WR-A	300 <sup>b 3)</sup>	30 <sup>c</sup>	1.0	1.1	1.5 <sup>b</sup>
Fayoumi	156 <sup>d</sup>	260 <sup>a</sup>	0.6	2.5	2.8 <sup>a</sup>
Silky	369 <sup>a</sup>	121 <sup>b</sup>	1.5	2.0	2.7 <sup>a</sup>
WL-F-DW	238 <sup>c</sup>	4.8 <sup>b,c</sup>	0.9	1.7	2.3 <sup>a,b</sup>
WL-F-dw	214 <sup>c</sup>	81 <sup>b,c</sup>	0.8	1.9	1.8 <sup>a,b</sup>
WL-II					2.9 <sup>a</sup>
Method mean	250 $\pm$ 53 <sup>4)</sup>	108 $\pm$ 4.7	1.0 $\pm$ 0.3	1.8 $\pm$ 0.7	2.3 $\pm$ 1.1

1) Estimates by the method of Tanabe & Komiyama.

2) Estimates by the method of Mellen & Wentworth.

3) Means not having the same superscript letter are significantly different at 5% level.

4) Mean  $\pm$  standard error.



Table 6 Oxygen consumption, carbon dioxide production and heat production per metabolic body size.

Breed	Diet	Metabolic <sup>1)</sup> body size (MBS) (kg)	Feed intake (g/MBS/day)	O <sub>2</sub> Consumption (l/MBS/day)	CO <sub>2</sub> Production (l/MBS/day)	Heat Production (Kcal/MBS/day)
Fayoumi	Control		609	2737	2507	13215
	Thiouracil		561	2655	2477	13043
	Breed mean	1.352	585 <sup>a 2)</sup>	2696 <sup>a</sup>	2492 <sup>a</sup>	13129 <sup>ab</sup>
WL-F-dw	Control		579	2536	2231	12331
	Thiouracil		566	2467	2264	12121
	Breed mean	1.047	573 <sup>a</sup>	2501 <sup>b</sup>	2248 <sup>c</sup>	12226 <sup>b</sup>
WL-F-DW	Control		615	2862	2318	13669
	Thiouracil		575	2787	2421	13478
	Breed mean	1.492	595 <sup>a</sup>	2825 <sup>a</sup>	2370 <sup>b</sup>	13574 <sup>a</sup>
Silky	Control		470	2427	2010	11699
	Thiouracil		237	1964	1580	9420
	Breed mean	1.068	354 <sup>b</sup>	2195 <sup>c</sup>	1795 <sup>d</sup>	10560 <sup>c</sup>
Diet mean	Control		568 <sup>a'</sup>	2640 <sup>a'</sup>	2267	12728
	Thiouracil		485 <sup>b'</sup>	2468 <sup>b'</sup>	2186	12016

1) Metabolic body size(MBS)=(Body weight)<sup>0.75</sup>

2) Means not having the same superscript letter are significantly different at 5% level.

Fig. 1 Response contours for M E and C P giving equal weight gain from 0 to 8 weeks of age.

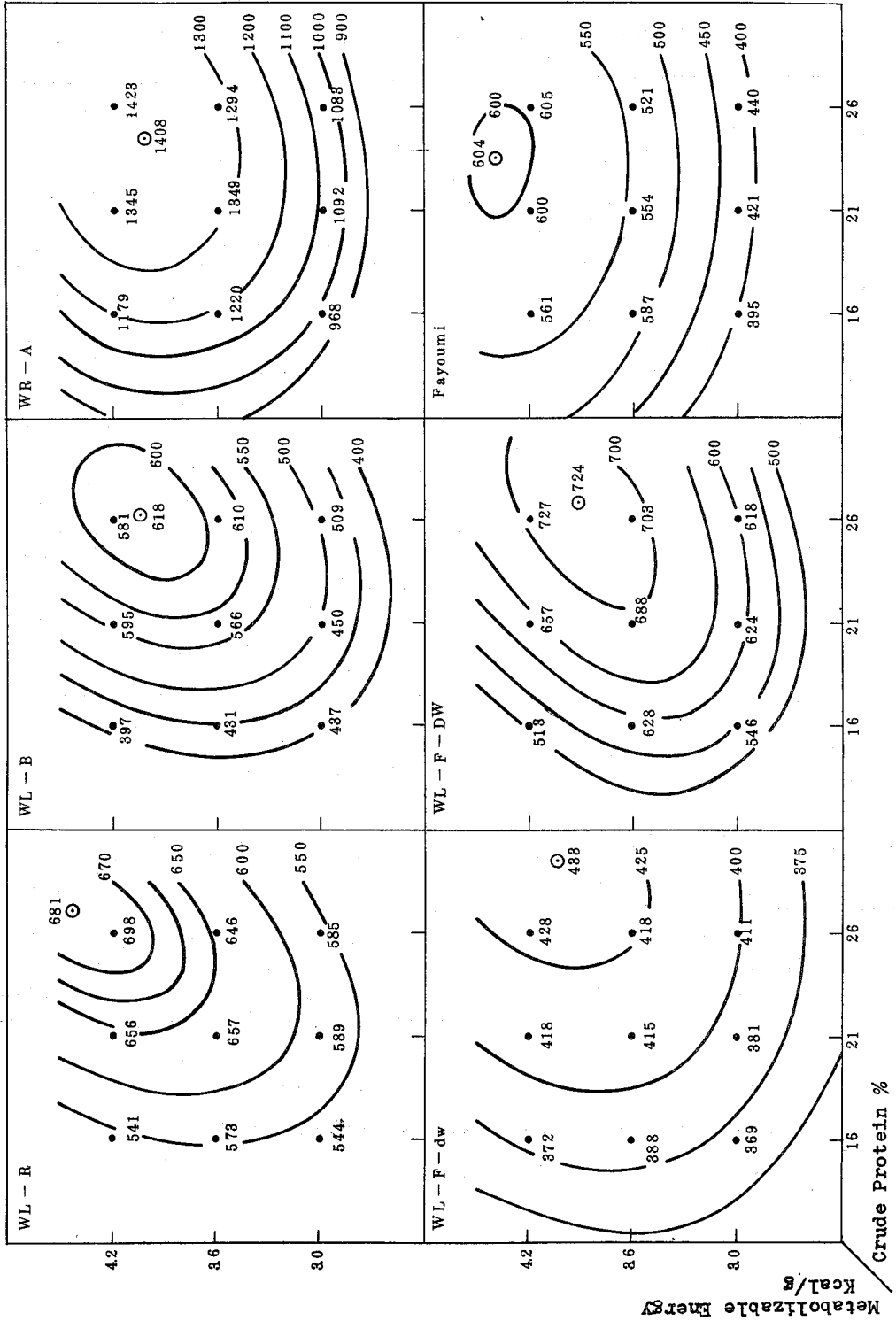


Fig 2 Diurnal change of rectal temperature of 30 wks. old hens.

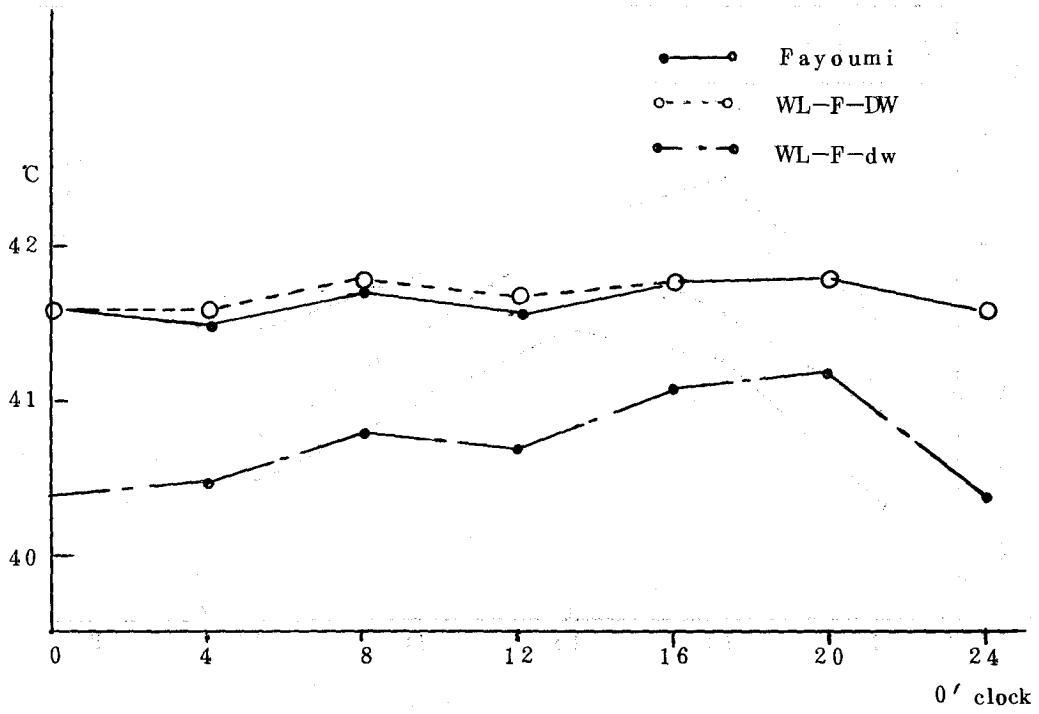
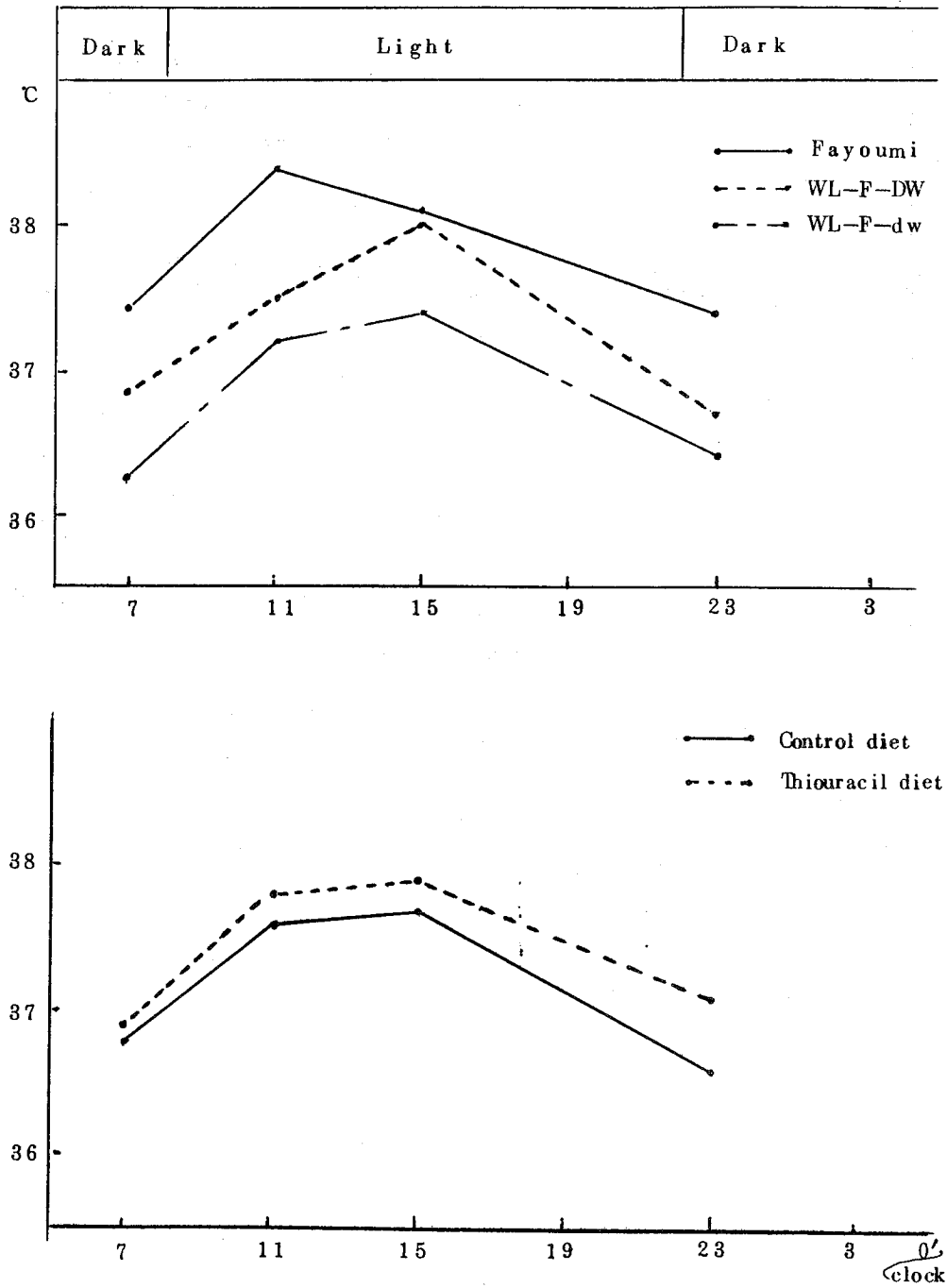


Fig 3 Diurnal change of breast surface temperature of 7 wks. old chickens.



## 審査結果の要旨

鶏の栄養要求量に遺伝的変異が存在することが確認されれば、さらに選抜を行うことによって、特定の栄養素に対する要求量の少ない鶏や栄養要求量の特異な鶏の作出も可能となる筈である。本研究においては、白色レグホーン種2近交系(WL-R, WL-B), 劣性伴性矮性遺伝子(dw)の有無によって系統分離を行った白色レグホーン種2系統(WL-F-dW, WL-F-DW), 白色プリマスロック(WR-A)およびフアヨウミ種(Fay)の6鶏種について、孵化時より8週齢時まで、エネルギー含量の高位、中位、低位の3水準、蛋白質含量の高位、中位、低位の3水準の組合せからなる9種類の試験飼料を給与し、増体量、飼料摂取量、飼料効率、エネルギー効率、蛋白質効率の5形質について検討し、鶏種間差の有意性をこれらの総ての形質について確認した。増体量は飼料中のエネルギー水準と蛋白質水準とが高くなるにつれて増加する傾向がみられるが、増体におよぼす蛋白質水準の1次効果の有意性はFay以外の総ての鶏種に認められ、飼料摂取量におよぼすエネルギー水準の1次効果の有意性はWL-F-dwとFay以外の総ての鶏種に検出された。

摂食活動に影響を与えると思われる平常血糖値ならびに静注グルコースの減少量を調べ、エネルギー効率の高い鶏種は血糖値が低く、グルコースの組織への取込み速度の早いものほど摂食活動が盛であることを見出した。体温の測定では、鶏種間、給餌方法間、皮温測定部位間にそれぞれ有意差が検出され、3因子相互間の交互作用にも有意性が認められた。放射性ヨード摂取率、放出率、サイロキシン分泌率、血漿サイロキシン量等の測定によって、甲状腺機能の鶏種間差の存在を調べた。間接法開放型呼吸試験装置内に各鶏種12羽を1群として飼養して、酸素消費量、炭酸ガス生産量、熱生産量を、鶏1羽当り、メタボリック・ボディ・サイズ当り、摂取エネルギー当りの3方法で比較検討し、鶏種間差の有意性を認めた。

供試鶏の中で、FayとWL-F-dwの両鶏種は、飼料中のエネルギーおよび蛋白質水準の変化に対して、それぞれ特異な増体反応を示したが、生理的形質においてもそれぞれ特異性を示しており、これら一連の知見に基づいて、増体反応と生理的形質の関連性を考察した。

本研究は鶏の栄養要求量に遺伝的変異が存在することを立証すると共に、その生理的背景を詳細に検討して、家畜栄養学ならびに家畜育種学の分野に新知見を加え、通常の状態のもとでは隠されている遺伝的変異をも顕出させる新しい方法を提示しており、学術上ならびに養鶏産業の実際面にも寄与するところが大きいものと認められる。よって審査員一同は、著者に農学博士の学位を授与するに充分な価値を有するものと判定した。