



| | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Title | 年間林牧馬の血清蛋白結合沃度 |
| Author(s) | 松本, 久喜; 渡植, 貞一郎 |
| Citation | 北海道大學農學部邦文紀要, 2(4), 171-177 |
| Issue Date | 1956-11-18 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/11631 |
| Type | bulletin (article) |
| File Information | 2(4)_p171-177.pdf |



[Instructions for use](#)

年間林牧馬の血清蛋白結合沃度

松 本 久 喜*
渡 植 貞 一 郎*

Protein bound serum iodine of the horse grazing at all season

By

Kyuki MATUMOTO and Teiichiro TONOUE

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

1. 緒 言

1952年及び1953年に AMSCHLER^{1),2)}は自然的飼育“Freilandhaltung”についての総括的な結果とその理論的基礎を発表し、自然的飼育が家畜の泌乳能力、肥育性、等々を高めるのみならず、飼料の利用性を増進するという極めて注目すべき結果を提出した。自然的飼育では、家畜を年間を通じ、昼夜を問わず放牧し、 -30°C 以下の寒冷下でも収厩しない。

AMSCHLER²⁾は家畜が寒冷下で、温暖な場合とほぼ同一な体重を維持する為に多量の熱量を必要とするという従来の定説を、その長期に亘る観察から疑問視しており、生物では生長過程の長い時間に寒冷への曝露が行われると、エネルギー代謝に変化が生じ、短時間寒冷の刺激を受けた場合とは別の機能が出来る上と説明した。この事の生理的作用の一つとして、脳下垂体が寒冷刺激により TSH を盛んに分泌し、これが甲状腺の活動を促進し、血液中の甲状腺ホルモン濃度を高め、高能率の燃焼が行われることを重要視している。

一方実験動物において、寒冷曝露は、甲状腺の活動を刺激することは、一般に認められているが^{3)~7)}、血清蛋白結合沃度(以下血清 PBI)は平常かまたは低いことが報ぜられ^{8),9)}、またこの場合酸素消費量は増加する¹⁰⁾。人間でも¹¹⁾、家禽でも¹²⁾冬には夏よりも血清 PBI 量の低いことが知られ、血清 PBI は甲状腺ホルモンの血中濃度の指標になり得ることは一般に認められている¹¹⁾。

これらの事実は血中の甲状腺ホルモン濃度が増加するという点で AMSCHLER の説と一致しないように思われるので、これが実験小動物の短時間の結果と、自然的飼育の大規模な結果との相異に帰せしめることができるかどうか、また AMSCHLER の生理学的な説明が果して妥当かどうかを確かめる事は興味ある問題である。北大日高実験牧場では、年間を通じて、林中に馬を放牧しており、AMSCHLER の自然的飼育と殆ど変わらない管理を行っているので、この馬群についての調査を試みた。大家畜の血清 PBI については比較的その報告が少く、牛について僅かに調べられている¹³⁾に過ぎないので、我々は先ず、林牧馬の冬期における血清 PBI 量の幅と、これに影響を有する各種の要因、特に年令、性、及び品種等の意義を検討し、また北大第一農場に飼養中の通常の厩舎管理のものと比較したのでこれを報告する。

2. 方 法

血清 PBI 測定のための材料は北大日高実験牧場の林牧馬、中半血種雌馬 33 頭、雄馬 6 頭、北海道和種雌馬 8 頭、北大第一農場飼養の中半血種雌馬 8 頭、計 55 頭である。中半血種は、和種の基礎雌馬より、8~9 代に亘り、アメリカントロッター、サラブレッド、アラブ、ベルシュロン、ハクニー等の純粋種、またはこれと牧場産の雌馬との間にできた半血種等が種用に供されて成立した。林牧馬は、四季を通じて、山林中に昼夜を問わず放牧し、飼料としては、春から秋までは野草を自から選んで食し、冬期間はミャコザサを雪中から掘り出して喰する。これ以外には食塩を与える

* 北海道大学農学部畜産学科

のみである。分娩の前後大体1週間のみ収厩するが、産後2, 3日では他の馬と共に親仔共山林え放牧する。

実験牧場附近の気温は第1図に示す。図は1953年9月より1955年2月までの毎日最高・最低及びその平均の各月平均及び各月の最低温度を示したが、この期間の最高気温は29°C、最低は-20°Cに達した。

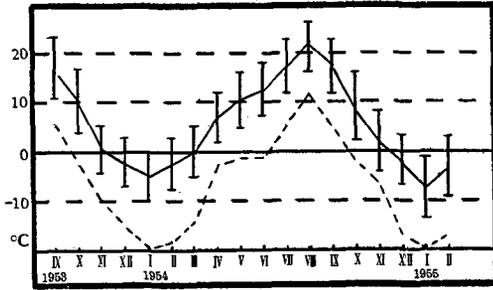


Fig. 1. Average of mean, maximum and minimum temperature and the lowest temp. of each month at Hidaka Experimental Farm.

北大第一農場の中半血種雌馬は日中は農耕または乗用に使用し、役用しない場合は放牧する。夜間は収厩し飼料は乾草及び燕麦を主として与える。

測定は厳冬期をはさんだ2回に亘つて行われ、第1回は1955年11月15日から12月5日まで、上記馬群全体について行い、この中12月1日に殆どの林牧馬、11月15日に全部の収厩馬を採血した。第2回は1956年2月21日に同上の収厩馬、3月9日に上記林牧馬中、和種8頭、中半血種雌馬15頭を採血した。血清PBI測定にはBARKER等¹⁴⁾の灰化法を用いた。光度計は日立の光電分光々度計を用い、波長はSALTER¹⁵⁾等にならつて450 mμを使用した。1試料

の測定における reagent blank I の値は 0.0150 μg から 0.0155 μg であつた。

3. 結 果

人間の場合 RAPPORT 等¹¹⁾は年齢による血清PBI量の変化がない例をあげているが、LONG 等¹²⁾によれば、牛では、若雌牛は老令牛よりもあきらかに高い血清PBI濃度を示した。

12月1日の試料における林牧雌馬の年齢による血清PBI量の変化を第2図に示す。血清PBI濃度は、6.65 r% から 1.06 r% までの変動を示し、平均は 3.05 r% であつた。血清PBI量の年齢に対する回帰係数は $b = -0.1908 \pm 0.0414$ で、1%水準で帰無仮説を棄却する。年齢が増すにつれて血清PBI量が低下する傾向が見られる。



Fig. 2. Changes in PBI value with age.

次に林牧馬の和種と中半血種、及び林牧馬中半血種と収厩馬中半血種の雌馬間で、初冬における血清PBI量の差異を検討したのが第1表である。

Table 1. The significance of breed and management as related to the PBI in the female at early winter. (Nov. 15th-Dec. 5th)

| Breed & Management | No. of Animals | Age yrs | | PBI μg/100cc serum | |
|-----------------------|----------------|---------|----------|--------------------|---------|
| | | mean | range | mean | range |
| Cross breed grazing | 22 | 9.5 | 3.5~18.5 | 2.34 | 1.1~3.7 |
| Native pony grazing | 8 | 8.4 | 3.5~15.5 | 3.48* | 1.9~4.8 |
| Cross breed in stable | 8 | 10.3 | 3.5~16.5 | 3.24* | 2.4~4.3 |

* Significantly greater than cross breed grazing. $P < 0.01$

第2図により年令の影響が知られたので、検定は、血清 PBI と年令の共分散を分析して、年令による影響を除去して行つた。和種と中半血種では著しく有意な差で、和種の方が高い値を示した。また収厩馬と林牧馬との間の差も統計的に有意で収厩馬が高かつた。なお林牧馬は妊娠しているものが多く、収厩馬にはこれがないのであるが、人間の場合妊娠は、血清 PBI を増加させることが知られているので^{16), 17)}、この差異が上記の結果を説明するとは考えられない。

次に 1954 年度に出生した中半血種林牧馬の雄馬 6 頭、雌馬 8 頭の間の 1955 年 12 月 1 日における血清 PBI 量の差を検討したのが第 2 表である。

Table 2. The significance of sex at 1.5 years old as related to the PBI in the grazing horse

| Sex | No. of Animals | PBI $\mu\text{g}/100 \text{ cc serum}$ | | |
|--------|----------------|----------------------------------------|-----------|---------|
| | | mean | std. dev. | range |
| Male | 6 | 3.08 | 0.98 | 1.9~4.5 |
| Female | 8 | 4.06 | 0.51 | 3.5~5.0 |

Difference closely approached 5% level.

雌馬が平均 4.06 r%，雄馬が平均 3.08 r% であつたが、この差はわずかに 5% 水準に達しなかつた。例数がやや足りないので断定は下すことはできない。

以上 14 頭の中 13 頭の体重増加率と血清 PBI 量との関係を雌雄ごみにして示したのが第 3 図である。体重増加率は、各個体の生後月令に対する体重の回帰係数によつた。この図より相関係数を求めると $r = 0.589$ となり、5% 水準で有意である。従つて、体重増加率と、血清 PBI 量が無関係とはいえない。

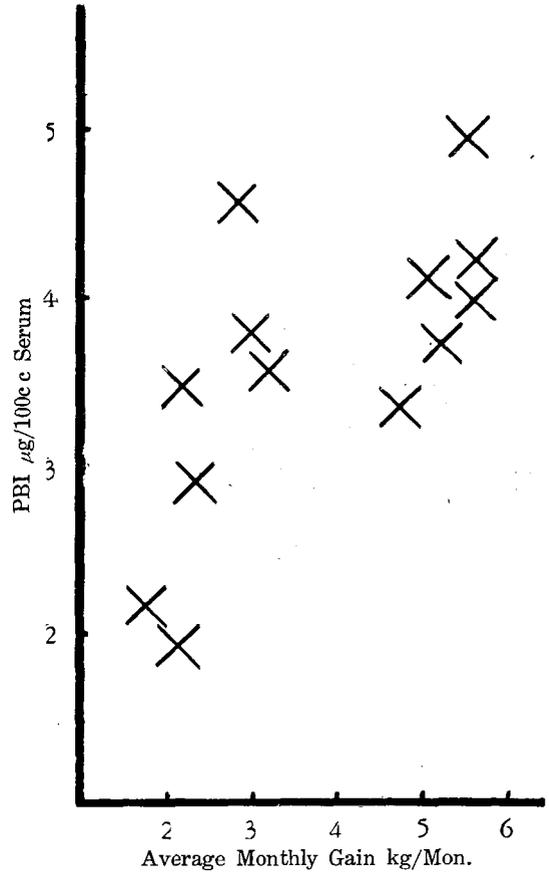


Fig. 3. Relation of serum PBI to monthly gain.

越冬期を経過した後、各グループの血清 PBI は第 3 表に示した。林牧中半血種については、各年令の中間値を持つ個体八頭を選抜した。20 カ月令の雌馬を除いた各グループはほぼ同一の年令構成となるため、統

Table 3. The significance of breed and management as related to the PBI in the female at the end of the coldest season.

| Breed & Management | No. of Animals | Age yrs | | PBI $\mu\text{g}/100 \text{ cc serum}$ | |
|---------------------------|----------------|---------|----------|----------------------------------------|---------|
| | | mean | range | mean | range |
| Cross breed grazing mare | 8 | 9.8 | 3.6~18.6 | 1.77 | 1.1~3.1 |
| Cross breed grazing filly | 7 | 1.6 | 1.5~1.7 | 3.32* | 2.5~4.1 |
| Native pony grazing | 8 | 8.5 | 3.6~15.6 | 2.72** | 1.7~4.2 |
| Cross breed in stable | 8 | 10.4 | 3.6~16.6 | 2.46 | 1.0~3.8 |

* Difference from the cross breed grazing mare significant at the 1% level.

** Difference from the cross breed grazing mare significant at the 5% level.

Table 4. Changes of PBI value during the coldest season

| Breed & Management | No. of Animals | PBI $\mu\text{g}/100 \text{ cc serum}$ | | | | |
|---------------------------|----------------|----------------------------------------|-------|------------|------------|-----------------|
| | | mean | | difference | | |
| | | before | after | mean | range | significance |
| Cross breed grazing mare | 8 | 2.28 | 1.77 | -0.51 | 0.54~-1.28 | 0.02 < P < 0.05 |
| Cross breed grazing filly | 7 | 4.07 | 3.32 | -0.75* | 0.05~-1.41 | P < 0.01 |
| Native pony grazing | 8 | 3.48 | 2.72 | -0.76* | 0.16~-1.96 | 0.01 < P < 0.02 |
| Cross breed in stable | 8 | 3.24 | 2.46 | -0.78* | 0.44~-1.76 | P < 0.01 |

* Difference from cross breed grazing insignificant at the 5% level.

計的検定は通常の方法によつた。林牧馬の中半血種と和種の平均血清 PBI 量はそれぞれ 1.77 γ %, 3.32 γ % で初冬期の場合と同様、和種の方が有意に高い値を示した。しかしながら、収厩中半血種は林牧中半血種よりも平均値において、高い血清 PBI 量を示したが、この差は統計的に有意でなかつた。林牧中半血種 20 カ月令のグループと約 4 年以上の年令のグループとは著しく有意に前者の血清 PBI が高い値を示し、厳冬期を経た後においても年令の若いもの、特に幼若なものには PBI の血清中濃度の高いことが判つた。

これら 4 つのグループ全てにおいて、初冬期の血清 PBI 量と厳冬期を経た後のそれとを比較したのが第 4 表である。各グループ共 1 頭を除いて全て血清 PBI の減少を示し、この減少は各グループ全て統計的に有意である。

減少の割合は、林牧中半血種が平均 0.51 γ % でもつともすくなく、収厩馬の平均 0.78 γ % が最も大きかつたが、グループ間の減少の割合に関しては統計的に有意の差は認められなかつた。なお初冬の血清 PBI

Table 5. Correlation coefficients between the serum PBI values before and after the coldest season.

| | Degree of freedom | |
|---------------------------|-------------------|---------|
| Cross breed grazing mare | 6 | .7686* |
| Cross breed grazing filly | 5 | .6743 |
| Native pony grazing | 6 | .6865 |
| All grazing horses | 21 | .8370** |
| Cross breed in stable | 6 | .7593* |
| All horses | 29 | .8096** |

* Significant at the 5% level.

** Significant at the 1% level.

量に対する減少の百分率の各グループの平均は、林牧中半血種 18.2%, 同じく 20 カ月令 20.5%, 林牧和種 16.3%, 収厩中半血種 25.6% で林牧和種が最も低く、収厩中半血種が最も高かつたが、これらの間の差にも統計的な有意性は認められなかつた。

次に第 1 回の測定の結果と第 2 回の測定の結果との相関係数を求めたのが第 5 表である。

林牧中半血種 20 カ月令の場合にはわずかに 5% 水準に達しなかつたが、他のグループでは全て 5% 水準で有意であり特に林牧馬全部をこみにした場合及び全馬群をこみにした場合には極めて高い相関係数を与えた。この事は、すくなくとも、この期間中の血清 PBI 量の個性並びに品種、年令について個有の値を持つ事を推定させるものと考えられる。

4. 考 察

AMSCHLER²⁾ は寒冷に対する適応について甲状腺のみにとらげているのではなく、脳下垂体を中心とする内分泌活動全体を考察しているが、特に血中の甲状腺ホルモン濃度の上昇を強調している。我々の結果及び RAND³⁾, STEVENS⁹⁾ 及び SELLERS 等¹⁰⁾ が実験小動物で得た結果は、寒冷下で甲状腺ホルモンの血中濃度が上昇することに関し、否定的な断定を下さざるを得ない。

しかしながら、甲状腺が寒冷下で、体温維持に大きな役割を果していることは多くの研究から明らかとなつている。LEBLOND 等^{13), 19)} は甲状腺切除のラットは寒冷下で生存不可能であるが、甲状腺末を与えると可能になること、また甲状腺切除のラットが 27°C で正常に発育するに要する甲状腺末は 16°C の場合の半分で足りることを報じている。

さらに LEBLOND 等⁹⁾は、寒冷下でラットは一番激しい時に通常の 2.7 倍の沃度を甲状腺に吸収し、約 2 倍の沃度結合物質を放出することを明らかにし、このことは STEVENS 等⁸⁾によつてもたしかめられている。甲状腺機能が活潑になるにもかかわらず、血液中のホルモン濃度が低下すること自体極めて興味ある現象であるが、このことについて STEVENS 等⁸⁾と RAND 等⁷⁾は次のように説明している。

寒冷下では、動物体外緑部組織の甲状腺ホルモンの消費量、要求量が増加し、このことは血中のホルモン濃度を低下せしめ、この低下は下垂体の TSH 分泌機能を刺激し、再びこれが甲状腺に作用して、その活動を促進し、それ以上の血中ホルモン濃度の低下を防ぐ。

この説明は未だ仮説の域を出ないが、甲状腺ホルモンが直接各組織の燃焼作用を司さると考える点では AMSCHLER の考えと一致している。しかし AMSCHLER の血中ホルモン濃度が上昇するという説は事実と反する。さらに生長過程に長時間寒冷の刺激を受けた場合にも血中ホルモン濃度が上昇しないことは、我々の結果で、収厩馬が林牧馬に比し高い血清 PBI 濃度を有している事、厳冬期を経て血清 PBI 濃度の低下が有意であつたことから、はつきり示された。一方、寒冷下で酸素消費量が増加することはよく知られた事実であるが、この増加は必ずしも甲状腺ホルモンの作用による部分が多くないことが、RING²⁰⁾により示されている。従つて、一義的に甲状腺ホルモンがいかなる場合にも基礎代謝をあげる作用を持つと考えることには疑問の余地がある。我々の結果では、血清 PBI 量の高いもの程体重増加率が高い傾向が見られるのであつて、これは GAWIENOWSKI 等²¹⁾の豚の体重増加率と血清 PBI との関係の結果と一致しない。甲状腺ホルモンが単なるエネルギー代謝調整作用を有するのみならず、他の内分泌機能の調整能力のあることは RING²⁰⁾により示されている。また和種の方が中半血種よりも血清 PBI が高かつたが、この結果は LONG 等¹³⁾の牛の場合にジェー・ジャーがホルスタインよりも高い血清 PBI 量を持つたことと対照して興味ある結果であり、また統計的には例数が足りず、有意でなかつたが、血清 PBI の冬期間の減少が、林牧馬が収厩馬に比してすくなかつたことを考え合わせるならば、これらのことから次のような推測がなされ得るであろう。すなわち、寒冷曝露は血中の甲状腺ホルモン濃度をいかなる場合にも高めるとは考えられないが、寒冷に対する適応性の強いものは、寒冷下でも、甲状腺ホルモンの消

費量がすくなくて済むのではないだろうか。

しかし、我々の結果で、林牧馬が収厩馬より低い血清 PBI 量であつたが、この現象が一年を通じて示されるか、あるいは、実際には、温暖時にはかえつて林牧馬が高い血清 PBI の値を示し、寒冷下でその減少が著しくても、比較的その血中濃度の低下がすくないのではないかという疑問が残される。

これらのことは、さらに年間を通じての季節的消長及びより短時間の変化を追求した上で確め度いと考ええる。血清 PBI 量の個性とその遺伝については、KUNKEL 等²²⁾の報告があるが、より多数の結果を得た上で、和種及び中半血種の血清 PBI 量の遺伝学的差異を追求し度いと考ええる。

5. 要 約

AMSCHLER が自然的飼育により好成绩をあげ、この生理的機構の一つとして血液中の甲状腺ホルモンの上昇を指摘したので、このことを確めるのに先ず、北大日高実験牧場の年間林牧馬の血清 PBI を測定した。

採血は気温の急激に低下する 11 月中旬より 12 月初旬、及び厳冬期を経過した 2 月下旬より 3 月上旬の 2 回に亘つて行つた。

1. 林牧馬の中半血種雌馬では、年齢が増すにつれて血清 PBI 量が低下する傾向が見られた。

2. 林牧馬の和種雌馬は中半血種雌馬より有意に高い血清 PBI の値を示した。

3. 初冬期に収厩中半血種雌馬の血清 PBI は林牧中半血種よりも有意に高い値を有したが、厳冬期を経過した後には、この差は統計的に有意でなかつた。

4. 収厩中半血種、林牧中半血種、同じ和種の各グループにおいて厳冬期を経過した後の血清 PBI 量は、初冬期に比して減少しており、この減少は全てのグループについて統計的に有意であつた。

5. 初冬期と厳冬期後の血清 PBI の値の間には各グループについては 5% 水準で、また林牧馬全部をこみにした場合は 1% 水準で有意な相関係数が得られた。

6. 林牧中半血種 18 カ月令では雌雄間に血清 PBI 量に統計的に有意な差は認められなかつた。

7. 生後より 18 カ月令に至る体重増加率と血清 PBI 量の間には 5% 水準で有意な相関係数が得られた。

以上の結果より、寒冷曝露は馬において、血清 PBI 量を下げることが確められ、また自然的飼育において

も冬期間の血清 PBI 量は通常のものより高くはないことが示された。また、寒冷に対する適応性と血清 PBI 濃度低下の関係が考察された。

PBI 測定技術について有益な御助言を頂き、また貴重な薬品をおわけ下さった新潟大学農学部竹内三郎教授に対し深甚なる謝意を表するものである。

文 献

- 1) Amschler, J. W., Rupp, G.: Z. f. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol., 60, 173, (1952).
- 2) Amschler, J. W.: Z. f. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol., 62, 143, (1953).
- 3) Kuschinsky, G.: Arch. f. Exp. Path. u. Pharmakol., 179, 726, (1935).
- 4) Wolf, O., Greep, R.: Proc. Soc. Exp. Biol. & Med., 36, 856, (1937).
- 5) Uotila, U. U.: Endocrinol., 25, 605, (1939).
- 6) Leblond, C. P. et al.: Am. J. Physiol., 140, 671, (1944).
- 7) Catz, B. et al.: Am. J. Physiol., 179, 403, (1954).
- 8) Rand, C. G. et al.: Endocrinol., 51, 562, (1952).
- 9) Stevens, C. E. et al.: Endocrinol., 56, 143, (1955).
- 10) Sellers, E. A., You, S. S.: Am. J. Physiol., 163, 81, (1950).
- 11) Rapport, R. L., Curtis, G. M.: J. Clin. Endocrinol., 10, 735, (1950).
- 12) 竹内三郎, 他: 日畜会報, 25, 118, (1954).
- 13) Long, J. F. et al.: J. Dai. Sci., 35, 603, (1952).
- 14) Barker, S. B. et al.: J. Clin. Invest., 30, 55, (1952).
- 15) Salter, T., Rosenblum, I.: J. Endocrinol., 7, 180, (1951).
- 16) Heinemann, M. et al.: J. Clin. Invest., 27, 91, (1948).
- 17) Danowski, M. D. et al.: J. Clin. Endocrinol., 9, 768, (1949).
- 18) Leblond, C. P., Gross, J.: Endocrinol., 33, 155, (1943).
- 19) Leblond, C. P., Eartly, H. H.: Endocrinol.,

51, 26, (1952).

- 20) Ring, G. C.: Am. J. Physiol., 116, 129, (1936).
- 21) Gawienowski, A. M., et al.: J. Anim. Sci., 14, 3, (1955).
- 22) Kunkel, H. O.: Fed. Proc., 14, 240, (1955).

Résumé

In 1953 Amschler made an information about "Freilandhaltung" of livestock. He showed as an interesting result that under the cold-exposed condition the food consumption of animals did not increase and that, then, the productive performance did not decrease. As one of the physiological factors of this phenomenon he pointed out the elevation of thyroid hormone level in the blood of cold-exposed animals.

In Hidaka Experimental Farm of Hokkaido University about 100 horses are being kept under the analogous condition to Amschler's "Freilandhaltung". They are grazed in the forest at all season, except a few days at their parturition, and in winter they graze *Sasa apoiensis* NAKAI digging it out from under the covering snow.

In order to study the thyroid activity in these horses, it was decided first to determine the protein bound serum iodine level (PBI) in grazing and stable horses and to ascertain the extent in which its level in the serum is influenced by several factors.

Material was taken twice during the cold season, from 15th of Nov. to 5th of Dec. in 1955 and from 21th of Feb. to 9th of Mar. 1956.

Range of serum PBI at early winter in the 33 grazing cross breed mares, aged 0.5 years ~18.5 years, was 6.65%~1.08%, and mean was 3.05%, and it showed probable that the serum PBI level decrease with the age.

At early winter, the average values of serum PBI of 22 grazing cross breed mares aged 3.5~18.5 years and 8 stable cross breed mares aged 3.5~16.5 years, were 2.34% and 3.24% respectively. The difference between these values was statistically significant. After the coldest season the average values of serum PBI of the same groups were 1.77% and 2.23% respectively, but the difference between these values was insignificant at the 5%

level.

The average serum PBI of 8 grazing native ponies, aged 3.5~15.5 years was 3.48 γ % at early winter and 2.72 γ % after the coldest season, and these values were significantly greater than its values of grazing cross breed.

We could not find statistically significant difference of serum PBI level between the grazing females and males, 18 months old, at early winter.

Averages of changes of serum PBI level during the coldest season in grazing cross breed, grazing native pony and stable cross breed were -0.51, -0.76 and -0.78 γ % re-

spectively, and these decreases were all statistically significant.

Correlation coefficient between the values obtained from first and second samplings was statistically significant. Correlation coefficient between the monthly gains of body weight and serum PBI levels of young foals was significant at the 5% level.

By these results it is confirmed that the serum PBI level of grazing horses is not higher than that of the ordinarily managed horses, and under the cold exposed condition its level in serum did not increase in all cases.