

陸上競技長距離選手の血液性状とパフォーマンスの関係
第77回東京箱根間往復大学駅伝競走予選会国士舘大学代表選手の場合

Relationship between blood quality and performance on long-distance runners.

井出 亘*, 岡田 雅次*, 西山 一行*, 梶沢 靖博**
松本 高明***, 石田 良恵****

Wataru IDE *, Masaji OKADA *, Kazuyuki NISHIYAMA *, Yasuhiro KABASAWA **
Takaaki MATSUMOTO *** and Yoshie ISHIDA ****

ABSTRACT

This study investigated RBC, Hb, S-Fe, ferritin in order to examine relationship between blood quality and performance on long-distance runners. The subjects were 12 representative runners in the 76th and 77th Hakone Ekiden preliminary. Their average height, weight, and time in 10,000m were each 170.8cm, 54.5kg, and 30'06"6. At the result of the investigation, the subjects who ran faster in 10,000m and 20km showed lower ferritin. Comparing with the speed in 10,000m and 20km, the subjects who ran faster in 20km indicated lower ferritin. In addition, when the subjects took hem-iron and vitamin C after the light exercises, their S-Fe and ferritin increased.

<目 的>

運動選手に認められる貧血の原因としては、そのほとんどが鉄欠乏によるものと考えられており、鉄欠乏性貧血や溶血性貧血であるといわれる^{1) 2) 3)}。鉄欠乏性貧血の場合は慢性的な鉄の摂取量不足、吸収不全、損失量の増加などが原因となり、また溶血性貧血の場合については赤血球自体は正常であるのに足底部への反復する物理的衝撃によって赤血球の溶血（破壊）が起こり、貧血になると考えられるものである。したがって現在の陸上競技長距離選手のパフォーマンスを考えると酸素運搬能に強く影響を与える貧血に対しては敏

速な対応が不可欠である。そのため本学においても貧血の予防、知識の高揚を促す目的で年間数回の採血を実施し、血液性状の検査を行っている。またその結果により食事内容の点検、指導の充実を図ってきた。そこで本研究では、血液性状と競技成績を比較検討し報告したい。

<被検者>

被検者は国士舘大学陸上競技長距離男子選手で18歳から22歳（平均20.5歳）の12名であり、第77回東京箱根間往復大学駅伝競走予選会（2000年度）に出場した選手であった。その選手の10,000mの

* 国士舘大学体育学部陸上競技研究室 (Lab. of Track and Field, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

** 国士舘大学体育学部 (Physical Education, Kokushikan University)

*** 国士舘大学体育学部スポーツ医学教室 (Dept. of Sports Medecine, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

**** 女子美術大学体育学研究室 (Dept. of Physical Education, Joshibi University of Art and Design)

最高記録は28分29秒0から30分56秒6（平均30分06秒6）であった。また、比較した選手は第76回東京箱根間往復大学駅伝競走予選会（1999年度）に出場した国士舘大学陸上競技長距離男子選手、18歳から22歳（平均19.9歳）の12名で、10,000mの最高記録は28分56秒8から32分28秒8（平均31分08秒3）であり、その内2年連続で代表となった選手は9名含まれた。トレーニング内容については、年間の走行距離は約9,000km、最も練習量の多い8月には約900kmであり、なかには1,000kmを超える選手もみられた。

<身体特性と記録>

採血については起床時、早朝練習の前に行った。検査項目は、白血球数（WBC）、赤血球数（RBC）、血小板数、血色色素（Hb）、ヘマトクリット（Ht）、血清鉄（S-FE）、飽和鉄結合能（TIBC）およびフェリチンの8項目であった。本報告では箱根駅伝

予選会約3週間前（9月下旬）に採血したの血液性状の結果について検討した。

<結果と考察>

1. 血液性状

表1は被検者の身体的特性及び10,000m走の記録、予選会における20km走の記録と血液性状の各項目の値について示したものである。第77回大会出場選手の身長、体重については163.0cmから179.0cm（170.8cm±5.3cm）、48.8kgから60.7kg（54.5kg±4.0kg）であり、第76回大会出場選手については163.0cmから180.0cm（170.3cm±5.7cm）、49.5kgから62.5kg（55.2kg±4.4kg）であった。大学長距離選手で十分なトレーニングができている選手の場合、主な体重の変動は体脂肪の変動と予測されることから、体重面では、前年より0.7kg減少し、約1.3%の改善が見られた。2000年度の10,000m走の記録については平均30分06秒6（±

表1 第77回出場選手(2000)と第76回出場選手(1999)における身体特性、10,000m走の記録、20km走の記録および各血液性状

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI ※	10,000m走 最高記録	箱根駅伝予選会 20km走記録	20km 10000m	RBC (×10 ⁴ /mm ³)	Hb (g/dl)	S-FE (μg/dl)	フェリチン (ng/ml)
第77回出場選手 (n=12)											
T.H	21	164.0	52.8	19.6	29:15.0	1:01:32	95.10%	468	14.7	137	7
H.O	22	169.0	53.3	18.7	28:29.0	1:01:33	92.60%	486	14.7	140	25
R.S	19	176.0	56.0	18.1	30:02.1	1:02:23	96.30%	503	14.4	166	24
M.M	20	178.0	60.7	19.2	30:21.7	1:03:20	95.80%	468	15	130	54
K.I	20	167.0	51.3	18.4	30:11.2	1:03:23	95.20%	496	15.3	140	60
S.U	20	179.0	62.3	19.4	30:37.0	1:04:15	95.30%	454	14.6	101	63
E.H	20	170.0	50.0	17.3	30:20.4	1:04:47	93.60%	516	14.6	211	55
K.U	22	163.0	48.8	18.4	30:56.6	1:04:50	95.40%	431	14	95	72
T.K	20	168.0	52.0	18.4	29:25.9	1:04:52	90.80%	500	14.7	105	16
T.I	20	170.0	55.7	19.3	30:46.6	1:05:09	94.50%	462	14.4	139	32
M.M	20	169.0	54.2	19.0	30:16.3	1:06:08	91.50%	483	15.3	152	64
K.K	22	176.0	56.3	18.2	30:37.8	1:07:25	90.90%	531	15.4	99	34
Mean	20.5	170.75	54.45	18.66	30:07.8	1:04:08	93.9%	483.17	14.76	134.58	42.17
SD	1.00	5.40	4.66	0.67	00:45.6	0:01:47	2.0%	28.12	0.42	33.13	21.62
第76回出場選手 (n=12)											
H.O	21	169.0	54.0	18.9	28:56.8	1:00:31	95.70%	473	14.2	103	19
T.H	20	164.0	52.6	19.6	29:42.2	1:01:37	96.40%	469	14.2	53	14
T.K	19	168.0	52.5	18.6	30:44.1	1:01:49	99.40%	509	14.8	69	24
T.T	22	180.0	60.0	18.5	31:21.8	1:02:30	100.40%	464	15	206	66
T.O	20	165.0	52.5	19.3	30:43.7	1:03:44	96.40%	493	14.4	67	36
K.I	19	166.0	52.5	19.1	31:11.2	1:03:46	97.80%	486	14.9	134	53
E.H	19	169.0	50.5	17.7	30:58.4	1:04:31	96.00%	546	15.8	100	31
K.U	21	163.0	49.5	18.6	32:28.6	1:05:17	99.50%	455	14.6	83	21
M.M	19	177.0	61.7	19.7	32:10.4	1:05:20	98.50%	465	14.1	101	28
T.K	21	174.0	58.5	19.3	31:06.7	1:05:22	95.20%	455	14.7	160	24
T.I	19	170.0	55.0	19.0	31:46.8	1:06:07	96.10%	443	13.6	93	46
S.U	19	178.0	62.5	19.7	32:28.8	1:06:13	98.10%	479	15.1	109	56
Mean	19.9	170.25	55.15	19.00	31:08.3	1:03:54	97.5%	478.08	14.62	106.50	34.83
SD	1.08	5.72	4.41	0.59	01:03.6	0:01:54	1.7%	28.01	0.57	42.82	16.65

※BMI = 体重 / (身長²)

43.1秒)で、レース条件は各大会において異なるが、前年度予選会以降、本年度予選会以前の記録として統一したため、現在の競技力とは少々異なる。前年度との走行距離の変化はさほどみられないものの、一年を通して筋力トレーニングの充実を図ったこと、夏季合宿における量から質へのトレーニング内容の変更などから、本年度の10,000m走の平均最高記録については前年度と比較して約3.3%、61秒の改善がみられた。

2. 血液性状

一般に男子スポーツ選手の貧血の頻度は、女子の30%に比べて少なく、およそ10%前後といわれ⁴⁾、足底部での機械的溶血による血尿の発生や発汗による鉄欠乏が生じ、鉄需要が増加しているにもかかわらず摂取量が不足しているため発生すると考えられており、蛋白質の摂取不足も考えられている⁵⁾。特に若年層におけるトレーニング途上の段階では多く発生するとの報告⁴⁾があり、病的なものとの区別するため運動性貧血⁶⁾と表現されている。表1は2000年度箱根駅伝予選会の約3週間前における被検者の血液性状を示したものである。RBCについては $431\sim 531\times 10^4/\text{mm}^3$ であり、Hbについては $14.0\sim 15.4\text{g/dl}$ でいずれも全員が基準値内の値であり、これは東⁷⁾やClement, D.Bら⁸⁾の報告にある大学生ランナーの平均値とほぼ同様の値であった。一般にRBCは 12g/dl 以下のものは貧血であると考えられており、川原⁹⁾は長距離選手の臨床例では 10g/dl 台の選手における競技力低下がみられ、個人差が大きいことを指摘しているが、本研究の被検者においてはHbの低下を示す選手はみられなかった。しかし、岩垣らの報告¹⁰⁾によると大学生ランナーは3年目あたりからRBCの減少が認められており、本研究の被検者においては若年齢の選手が多いため今後そのようなことが予測できることから、十分な配慮が必要とされることが示唆された。S-FEについては $95\sim 211\mu\text{g/dl}$ であり、ばらつきもない状況であったもののフェリチンについては、 $7\sim 72\text{ng/ml}$ であった。現在

本研究での被検者の場合は吸収率が高く、他の食品との同時摂取においても影響を受けにくいヘム鉄¹¹⁾サプリメント(シーエフ社セリアFe、10粒/日)およびビタミンCサプリメント(同社セリアC、6粒/日)の同時投与を実施してきたが、その結果、4名が低い値を示したことから、ヘム鉄およびビタミンCの服用と合わせて、医師の指示に従いブルータル注射(40mg、10mlコンドイチン硫酸・鉄コロイド、1日5~10ml、静注)が4回繰り返し行われた。本年度において追跡調査をしていないが、99年度においては 9ng/ml が 28ng/ml へ、 20ng/ml の選手においても 46ng/ml へと改善できたことから考えると大会当日における値はある程度改善されたと思われる。鉄剤の経口投与については吸収を促進するものとの同時の服用や、ビタミン類も服用することにより内臓への負担を軽減する処置も必要とされており、先ほどあげたブルータルなどの鉄剤注射は、頭痛、ショックなどの副作用も考えられることから、大会前のコンディショニングの一つとしての利用など急速に改善が必要とされる場合以外の使用は避けた。

3. 第76回と第77回箱根駅伝予選会における記録及び血液性状の変化

図1~図4は血液性状の各項目における第76回大会と第77回大会との比較であり、2年連続で代表に選ばれた9名の大会約3週間前における血液分析の結果である。RBCについては約1.0%低値を、Hbについては99年度と同様の値を示したが、99年度においては9月10日(採血の約2週間前)まで高所トレーニングを実施しており、Hb等は高い値を示したことが考えられるため、本年度においては同時期において高所トレーニングは実施していないことから前年と比較して改善されたといえよう。また、本年度においては鉄分の効率の良い吸収を心がけるとともに過剰摂取を避けることを目的に、筋力トレーニングとジョギングなどの軽いトレーニング日のみヘム鉄とビタミンCとの併用摂取を実施し、毎日のヘム鉄のみ摂取を中

止した。その結果、図3および図4のとおりS-Feにおいては有意差が確認され、フェリチンについても平均で31.5%改善された。比較対照群がないものの有効性が示唆され、経済的にも有効的であるといえよう。しかし、貧血に陥った者と長期合宿時については需要に対し供給の不足が考えられるため全員に毎日服用させた。

箱根駅伝予選会における20km走の記録と10,000m走速度に対する20km走速度について第76回大会と第77回大会と比較すると、昨年まで実施していた大井埠頭コースは平坦で走りやすいコースであったため、予選会通過校を含め本学においても10,000m走速度の98%程度で20kmを走り抜くことができたが、本年の立川国営昭和記念公園コースにおいては細かなアップダウンの繰り返しがあるコースであるため、10,000m走速度に対し20km走速度については予選会通過校が95.1%、本学においては93.9%に低下した。チーム全体では、10,000m走の記録は3.3%（一人あたり約61秒）の向上がみられたものの箱根駅伝予選会における20km走の記録は、前年度と比較して0.4%（一人あたり約14秒）低下したが、2年連続で出場した9名においては10,000m走の記録については3.7%（一人あたり約67秒）、20km走の記録は、前年度と比較して0.3%（一人あたり約10秒）、いずれにおいても改善された。

4. 10,000mおよび20kmの走速度と血液性状との関係

図5から図8は10,000m走および20km走の走速度と血液性状との関係を示したものである。RBCおよびHbについて相関関係はないものの20km走速度において負の傾向が、10,000m走速度において正の傾向が見られた。これは採血した時期が合宿終了後約2週間、大会前約3週間であったため、これらについては合宿終了後の改善が図れていないものと思われる。S-Feについては10,000m走速度および20km走速度において同様に正の傾向が見られ、フェリチンと10,000m走速度との間のみ

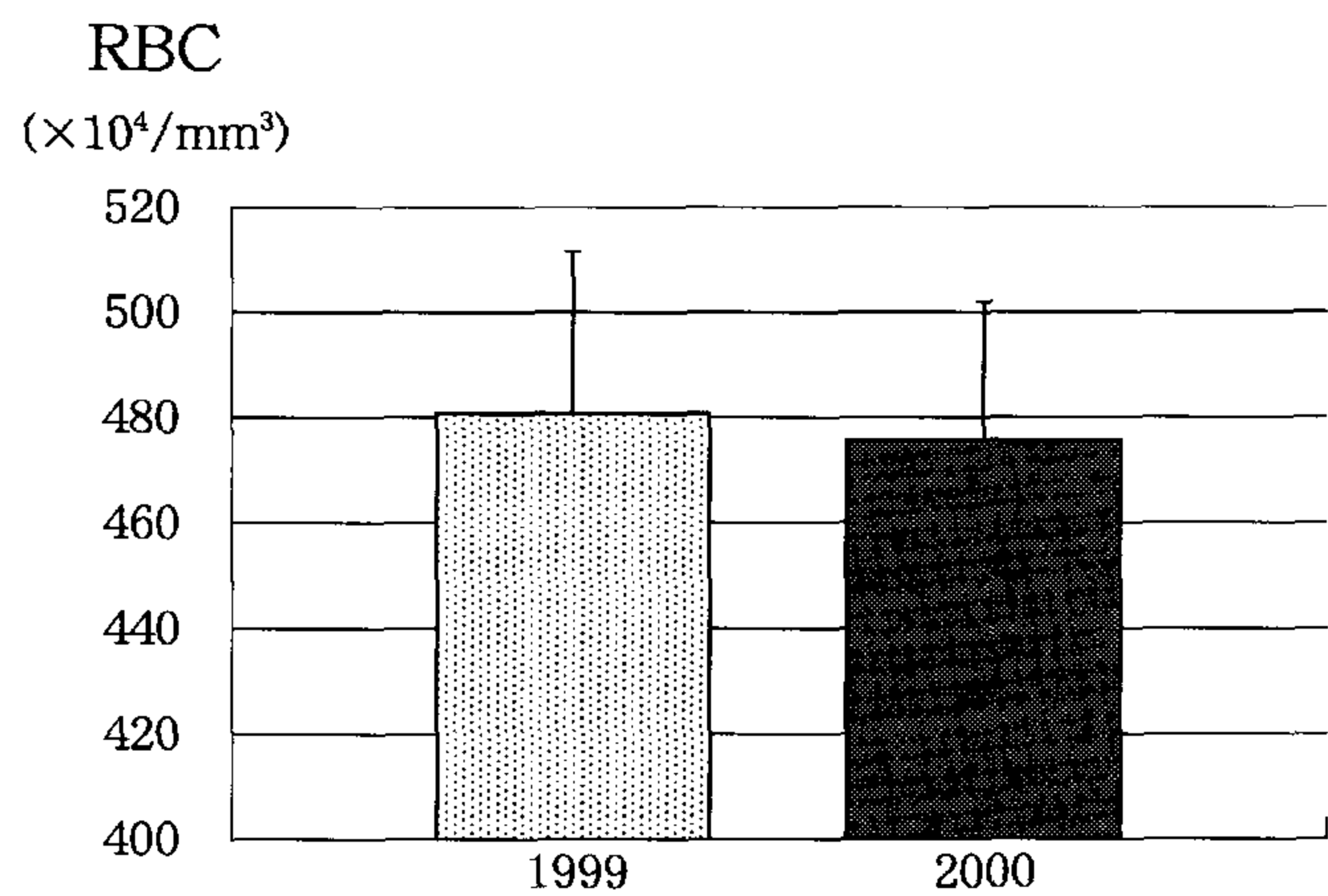


図1 1999.9と2000.9におけるRBCの比較

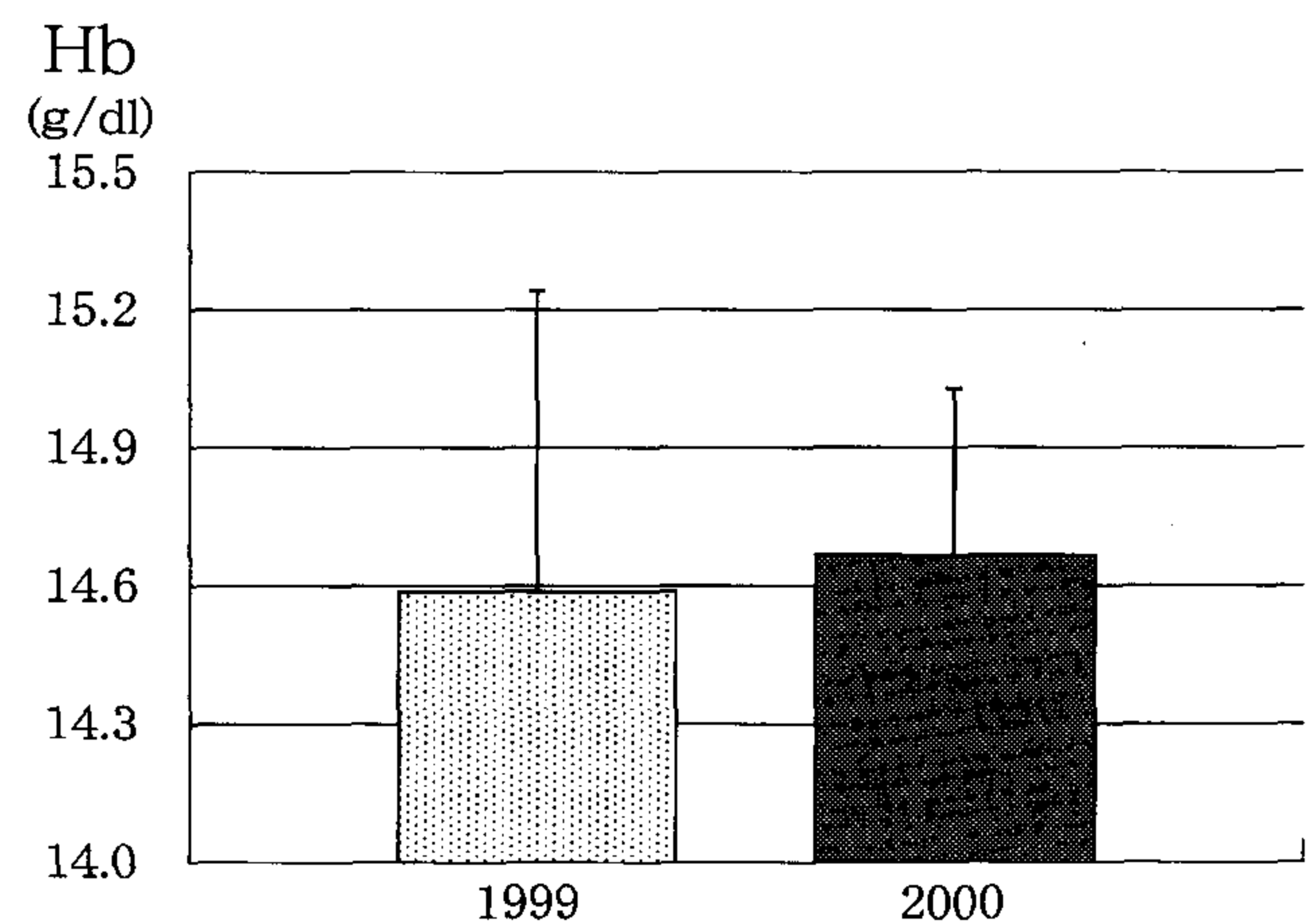


図2 1999.9と2000.9におけるHbの比較

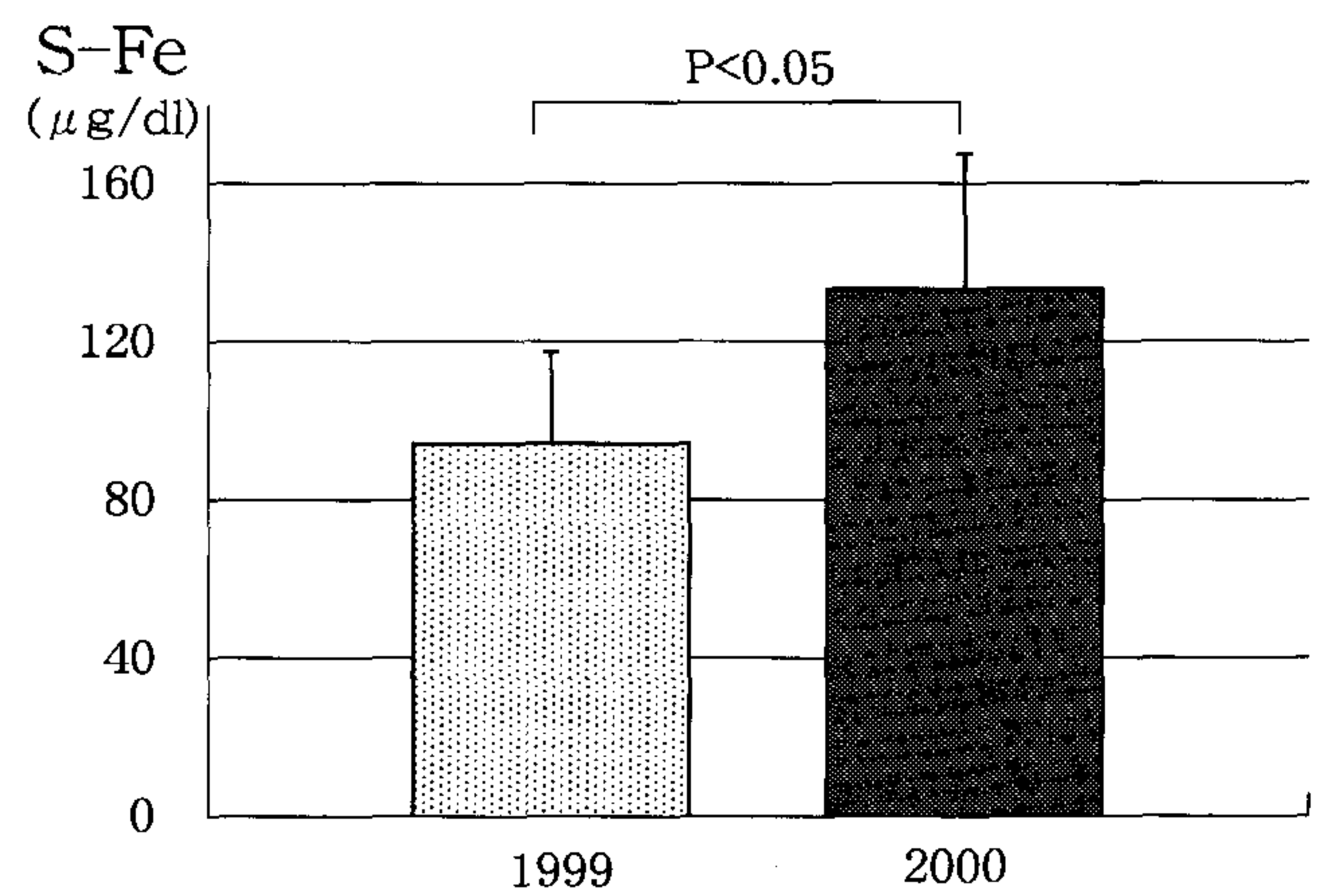


図3 1999.9と2000.9におけるS-FEの比較

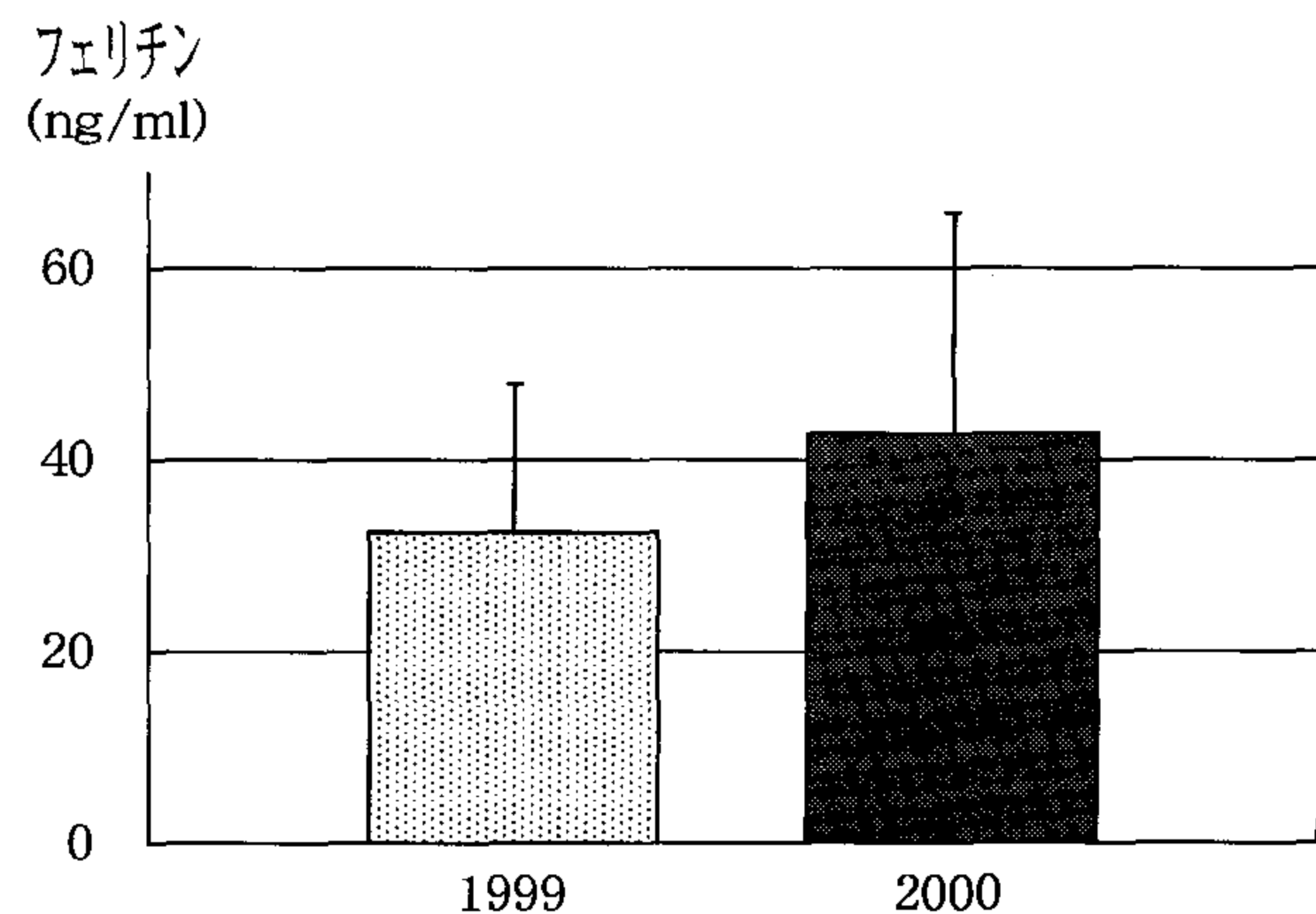


図4 1999.9と2000.9におけるフェリチンの比較

有意な相関関係が認められた。走速度の高い選手におけるS-FEは高いものの、走速度の高い選手における貯蔵鉄が不足していることがわかる。これは、全選手において運動性貧血は見られないものの、走速度の高い選手についてはパフォーマンスの向上を目指し日頃のトレーニングを行った。しかしその結果、鉄貯蔵能が低下していることが考えられた。このような身体条件で予選会においても高いパフォーマンスをあげた選手の中には、夏季合宿中における練習量については月間900km以上に達する選手が多くみられた。したがって、走行距離の増加に伴い、足底部の機械的溶血や夏季における多量の発汗に伴う鉄分の不足が進行し、必要摂取量を補給できなかったことが考えられた。また、10,000m走速度に対し予選会における20km走速度の割合が高い選手、すなわち夏季合宿からのスケジュールを十分に消化し、予選会において力を発揮した選手については合宿後における十分な休養をとり、9月のトレーニングを消化できた。

その結果、9月のレースにおいて自己最高記録、またはそれに近い記録で走り、予選会に臨むことができたと思われる。一方、十分なトレーニングを消化したにもかかわらず、予選会において力を発揮できなかった選手については9月のレースにおいても満足できる結果を出しておらず、その後、距離感や自分に対する不安から走距離が増加し、更に悪循環に陥った事が考えられる。10,000m走速度に対し予選会における20km走速度の割合が高い選手ほどフェリチンの値が高いことから、栄養補給について合宿前及び合宿中から十分な補給を行うこと、また合宿後において十分な疲労回復を図る事により秋期の結果が期待されることが示唆された。

<ま と め>

本研究は陸上競技長距離選手の血液性状について検討した結果、以下のことが明らかとなった。

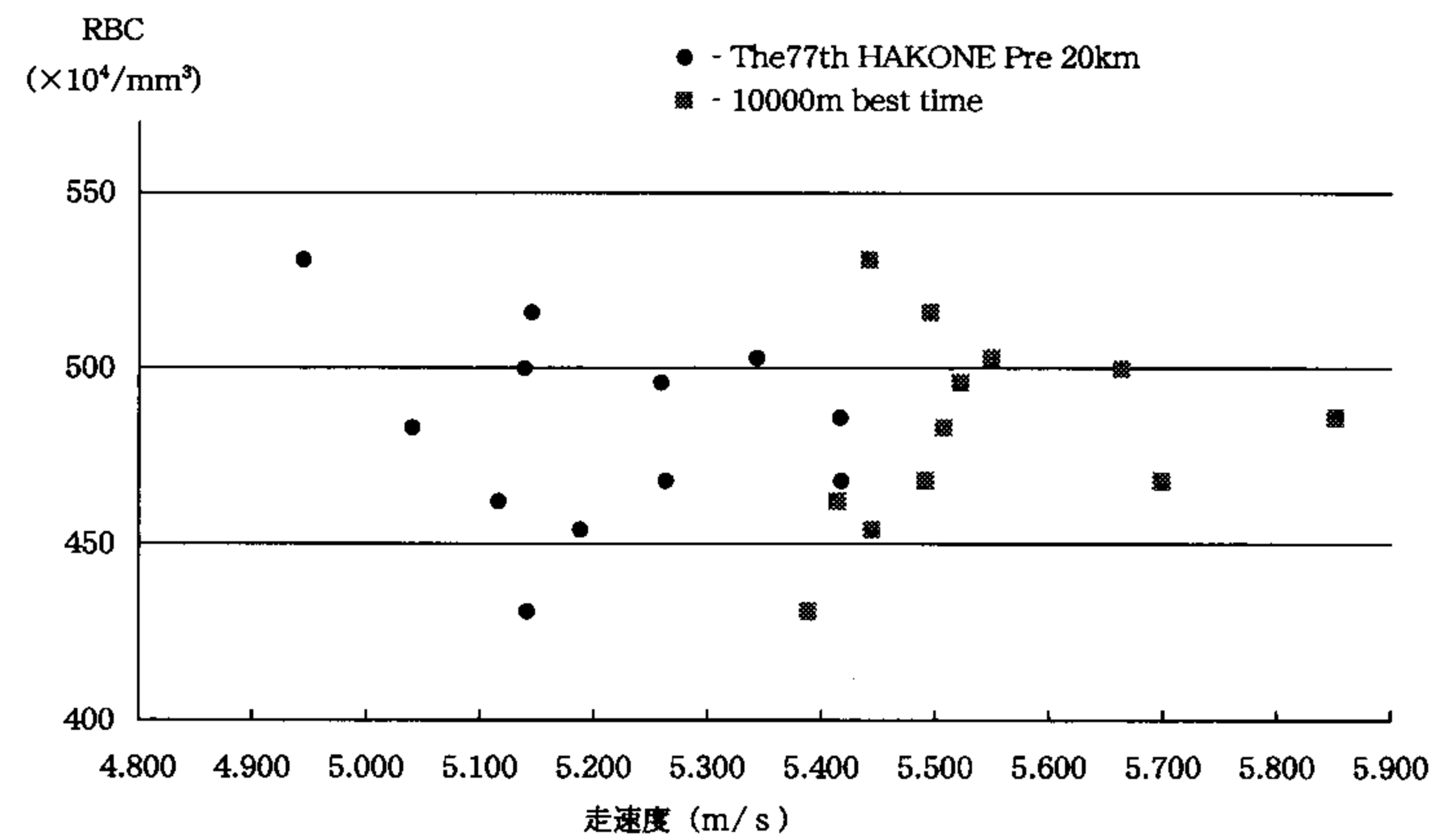


図5 予選会20km走および10,000m走の走速度とRBCとの関係

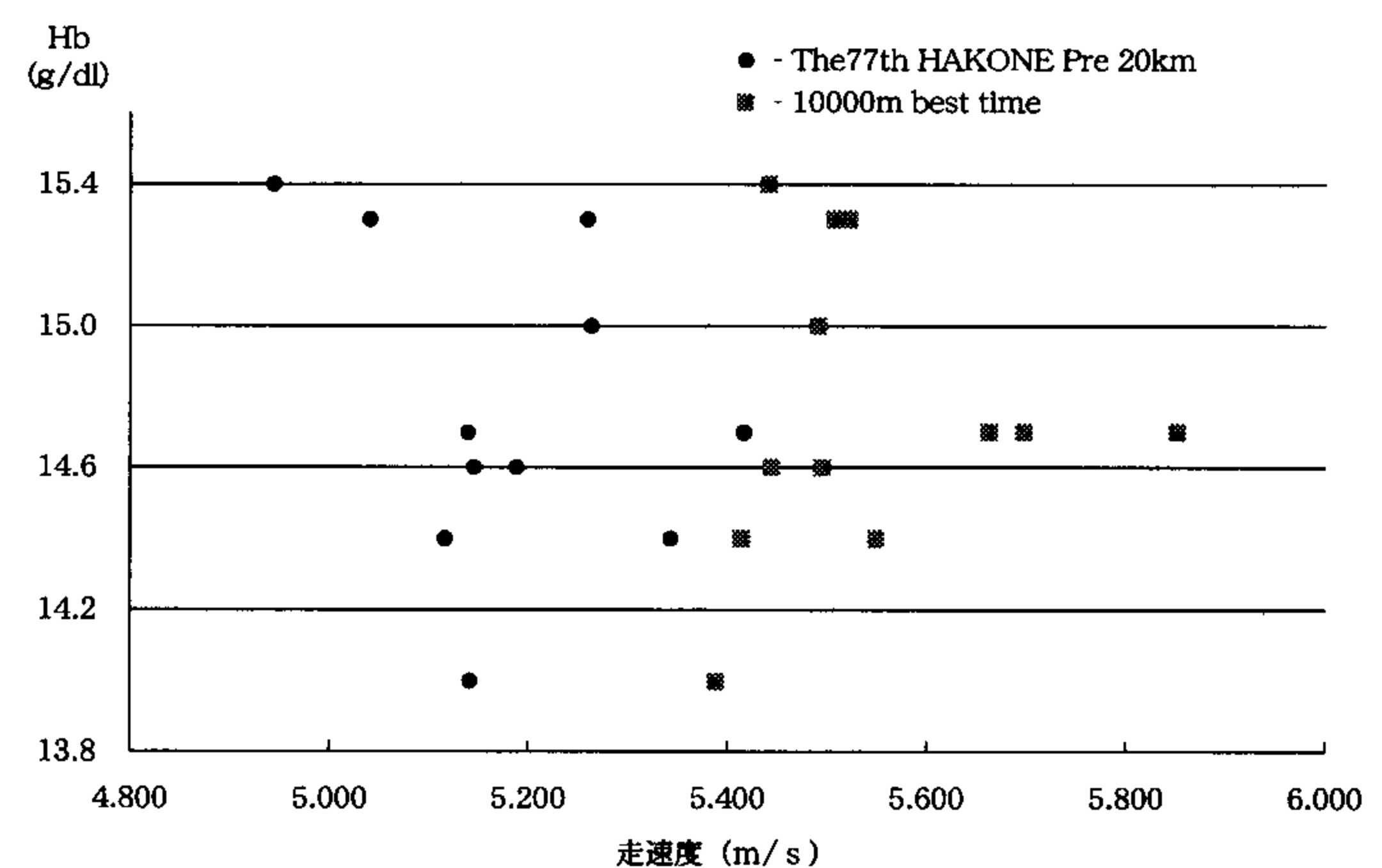


図6 予選会20km走および10,000m走の走速度とHbとの関係

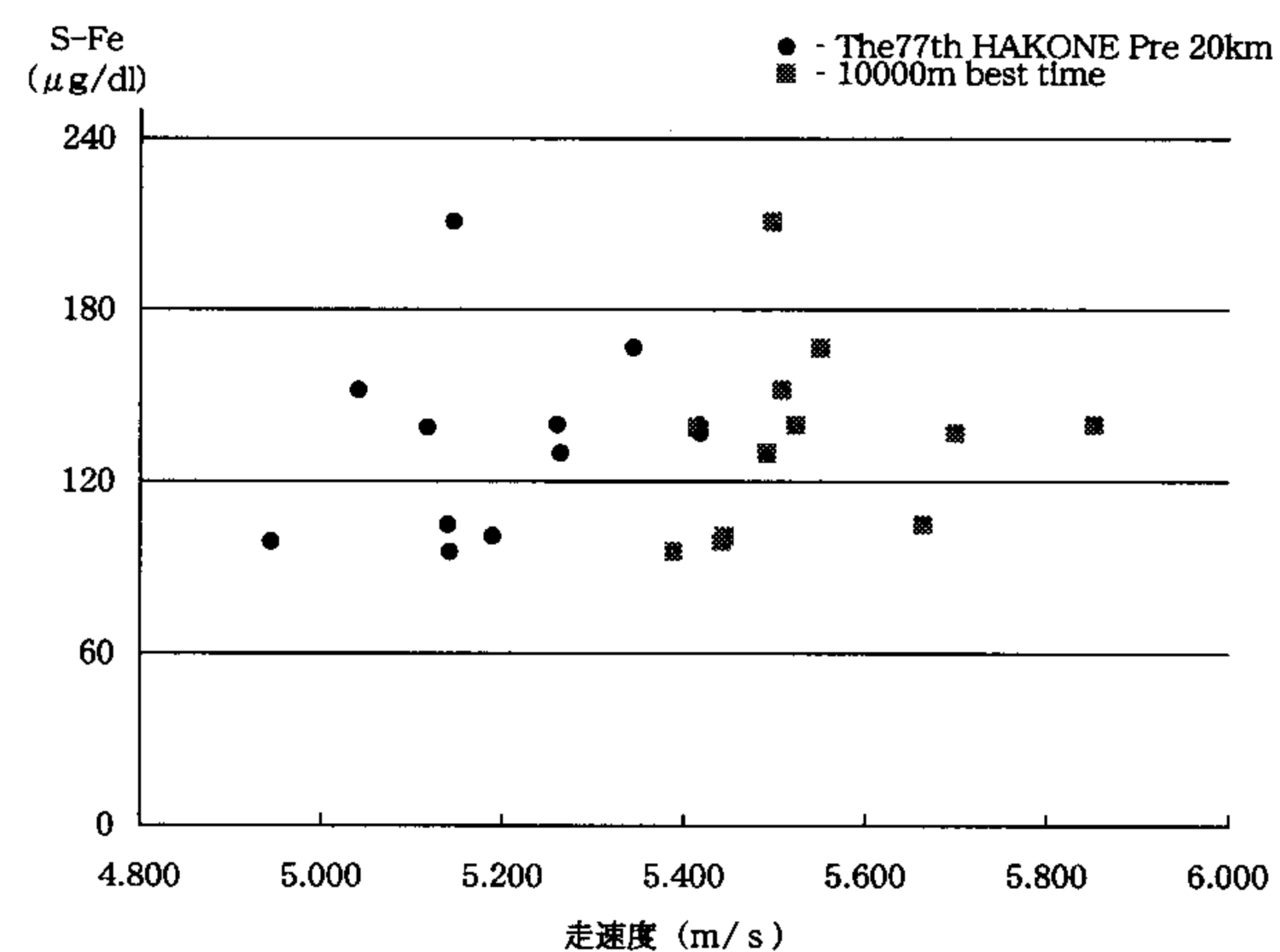


図7 予選会20km走および10,000m走の走速度とS-FEとの関係

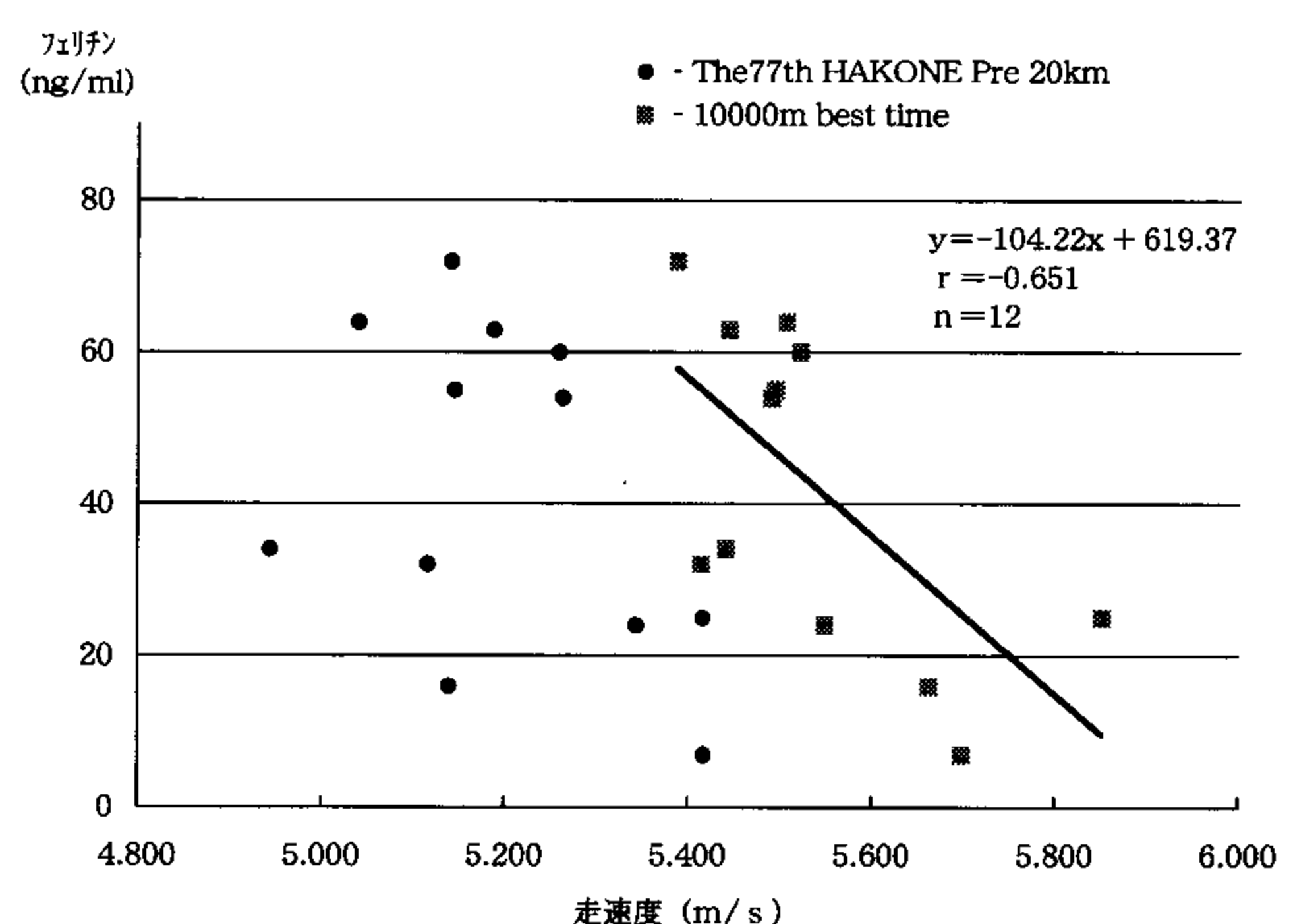


図8 予選会20km走および10,000m走の走速度とフェリチンとの関係

1. 赤血球数、ヘモグロビンおよび血清鉄については基準値内の数値を示すものの低値を示すものが多くみられた。
2. ジョギングなどの軽トレーニング日のみの鉄分サプリメントの摂取は有効ではないかと考えられる。
3. 10,000m走および20km走の走速度の高いものほどフェリチンが低値を示した。
4. 10,000m走の走速度からみた20km走の走速度の割合が高いものほどフェリチンが高値を示した。

これらのことから、血液性状の改善に伴い、パフォーマンスの改善につながったと考えられる。一年間を通じて赤血球数、ヘモグロビン、血清鉄およびフェリチンの値が総合的に低値を陥らないように維持するために、朝・夕食の改善を図る必要が考えられる。さらに主たる大会でパフォーマンスを発揮するためには、最低3ヶ月前から高値を保ち、十分なトレーニングを消化し、事前の大会で自信を高めた上で出場することが必要であることが考えられた。

本研究は国土舘大学体育学部附属研究所の2000年度研究助成により行った。

引用・参考文献

- 1) 三輪 史郎. 貧血・血液を科学する. 講談社学術文庫: 31-41, 1987.
- 2) 新畑 茂充, 浅野 智恵子, 小川 昇三, 奥川 和子, 宮広 重夫, 村上 邦弘, 上田 一博. 高校生長距離ランナーの体格と血液検査値 (第1報). 臨床スポーツ医学5: 67-71, 1988.
- 3) 大平 充宣. スポーツと貧血. 臨床スポーツ医学5: 469-472, 1988.
- 4) (財) 日本体育協会スポーツ科学専門委員会. 平成9年度国体選手のメディカルチェック結果について. 平成9年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告. No. I 国体選手の医・科学サポートに関する研究 - 第5報 - : 7-13, 1997.
- 5) Yoshimura, H. Anemia during physical training (sports anemia). *Nutr, Rev*, 28:251-253, 1970.
- 6) 伊藤 朗. いわゆる運動性貧血について. 体育の科学35: 270-274, 1985.
- 7) 東 隆暢. 運動選手の血液性状に関する研究—長距離ランナーの安静時の赤血球数について—. 京都体育学研究2: 19-29, 1987.
- 8) Clement, D.B. et al: Nutritional intake and hematological parameters in endurance runners. *The Physician and sports medicine*10: 37-43, 1982.
- 9) 川原 貴. スポーツ選手の貧血の問題と対策. 臨床スポーツ医学6: 495-498, 1989.
- 10) 岩垣 丞恒, 新居 利広, 山村 雅一, 佐藤大貴. 学生長距離選手の赤血球指標の断続的变化. 東海大学スポーツ医学雑誌第11号. 15-21, 1999.
- 11) 板東 経雄. ヘモグロビンによる鉄補給食品「ヘム鉄」の開発と利用. 月刊フードケミカル8: 45-49, 1988.