

# 自転車ロードレースにおける 疲労と携行食について

財団法人 日本体育協会  
東京オリンピック選手強化対策本部  
スポーツ科学研究委員会



# 自転車のロードレースにおける疲労と 携行食について

関東労災病院

白 井 伊 三 郎

昭和医大衛生

脇 阪 一 郎 佐 藤 伝

百 東 千 恵 子

## I はじめに

自転車のロードレースは数時間を要する持久性の競技であり、大量のエネルギーを需要するのでレース前或いはレースの途中で栄養物を摂取してエネルギー源を補給しなければそれを逐行することができないのが普通である。従つてその疲労も一般のスポーツとはかなり異つていであろうことが推察される許りでなく、栄養物の補給方法の如何によつてレースの逐行能力が著しく影響されるであろうことが考えられる。

われわれが東京オリンピック候補選手について測定した毎時38kmの速度（少くともこの速度以上でないと東京オリンピックに優勝できない）で試走した場合の酸素摂取量は次の第1表に示す如く、平均毎分3283ccでマラソン競技のそれに匹敵するものであつた。

従つてもしこのような速度で160-180kmを走行すればマラソン競技の2倍に近いエネルギーを要することになるのである。

勿論日本の選手は現在未だかかるロードレース

を毎時35-36km程度の速度でしか走っていないが、この速度を高めて記録を更新するためには一方において基礎体力特に持久力を強化する必要があることはいうまでもないが、さらにレースの際の携行食を合理化してその逐行能力を高めるようにしなければ到底その目的を達成することができないように考えるのでこれらの点を明らかにするためにこの調査を行つたのである。

## II 調査方法

この調査は昭和37年度に行われた次の3回のロードレースについて行つたものである。

レ ー ス 名	開催 月日	天候	平均気 温 C°	平均風速 (m/sec)
第12回高松宮杯琵琶湖一周160kmロードレース	5月 3日	晴	20.5	5.8
八王子コース136km試走	6月 2日	晴	25.1	11.4
第3回関東学生選手権154kmロードレース	6月 10日	雨	24.1	5.8

第1表 自転車選手の走行(38km/h)時における酸素摂取量

被検者名	体 重 (kg)	基礎代謝 Cal/m <sup>2</sup> h	走 行 (38km/h) 時 の 運 動 強 度			
			毎分呼吸量(l)	毎分 O <sub>2</sub> 摂取量 (cc)	R. Q.	R. M. R.
大 宮	64.1	44.8	101.6	3923	0.95	13.3
吉 田	54.1	44.6	71.5	3060	0.95	11.7
赤 松	54.9	43.6	65.8	3071	0.89	11.7
	60.4	40.8	68.0	3331	0.90	13.0
佐 藤	57.7	37.3	67.8	3172	0.87	13.4
山 尾	60.4	41.1	61.3	3139	0.86	11.7

被検者には現在日本の代表的な選手である東京オリンピック候補選手を選び、これ等選手のロードレース前後における体重、フリッカー値、膝閾値、脉搏数、血圧、全血比重、ヘマトクリット値、白血球数、循環好酸球数、血糖値、血清中の脂肪等を測定した。

なおこの場合赤血球数、白血球数は小泉<sup>2)</sup>の提案した小試験管法、好酸球数はHinklemann染色による直接算定法<sup>3)</sup>により、血糖はFerricyanide-Ferric Iron法<sup>4)</sup>、血清中脂肪はPhenol turbidity test<sup>5)</sup>によつて夫々測定した。

またこれ等ロードレースに際して各選手が携行した飲食物並びに摂取した飲食物の量はできるだけ精細に計測乃至推定してその質量を算出した。

### III 測定の結果並びにその考察

#### 1) ロードレースの疲労

次の第2表に示す如く、各ロードレースにおける体重の減量は天候或いは気温等によつてかなり異なるので一概にいけないが気温が20-25°C前後の晴天の日には2-3kgという著しい減少を示すのが普通であつた。

これが主として発汗によるものであろうことは雨天の日に行なわれた関東学生選手権のレースにおけるそれが1.5kg前後にすぎなかつたことから推察に難くない。

しかしかかる場合におけるフリッカー値は雨天のため選手の意気があがらなかつた関東学生選手権の場合とか、着順の悪かつた選手等では多少低下していたが優秀な成績をあげた選手のそれは却つて稍々上昇するような傾向を示した。

また記録は比較的好かつたが走行距離が短かつた八王子コースの試走の場合におけるレース後の膝蓋腱反射閾値はかなりな上昇を示したがその他の

第2表 琵琶湖一周ロードレース(160km) 八王子ロードレース(136km) 関東学生選手権ロードレース(154km)における各種機能の変動

着順 平均時速 (km)	琵琶湖一周ロードレース(160km)		八王子ロードレース(136km)		関東学生選手権ロードレース(154km)			
	1-4位(3名) 35.5-35.4	5-10位(4名) 35.4-34.5	11-30位(5名) 34.1-32.1	1-3位(3名) 36.6-36.1	4-10位(6名) 35.9-33.4	1-3位(3名) 32.2-31.8	4-10位(3名) 31.4-28.9	
レース前後	前	後	前	後	前	後	前	
体重 (kg)	61.3	-2.7	64.7	-3.0	62.6	-1.7	59.6	-1.3
フリッカー値	38.6	+1.7	41.0	+3.6	35.4	-2.3	37.8	-1.4
膝閾値	39	-2	34	+4	23	-2	42	+5
毎分脉搏数	62	+67	65	+61	66	+46	71	+50
血圧 (mmHg)	126	-14	110	-13	100	+13	109	-10
最大脈圧 (mmHg)	63	-10	44	+7	39	+14	52	-6
全血比重 (1.0-)	58.7	+4.8	59.6	+1.8	56.6	+2.0	57.0	+0.5
ヘマトリット (%)	46.8	+3.0	47.0	+2.0	48.2	-0.1	46.6	+1.0
白血球数 /mm <sup>3</sup>	6467	+17,066	7620	+15,040	5267	+6433	4500	+11,367
好酸球数 /mm <sup>3</sup>	82	-77	123	-111	130	+109	107	-104
血糖値 (mg/dl)	107	-2	98	-18	83	+47	88	-24
血清中脂肪 (mg/dl)	486	-9	483	-4.5	458	-18	522	-3

レースにおけるそれは大した変動を示さず着順のよかつた選手は却つて多少低下するような傾向を示した。

従つてロードレースにおいては大腦の興奮水準や反射機能の側からみた神経—筋系の疲労はそれ程問題視する必要がないのではないかと考える。

しかしレース後における脉搏数は当然のことながらすべてかなりな増加を示していたがその絶対値は到着後多少時間を経過して測定した場合もあつた為ではあろうが毎分 50—60 程度の増加にすぎなかつた。

ただこの場合着順のよかつたレース前における脉搏数の少い選手程このレース後の増加が大きかつたことは注意に値すること考える。

しかし最大血圧や脈圧は走行距離が少々短かつた八王子コースの試走の場合を除けば疲労や蓄熱ためであらうが一般に減少していた。

反対に全血比重やヘマトクリット値は血液の濃縮のためか一般に著しい増加を示しており、特に着順のよかつた選手程この傾向が強かつたことは脉搏数に見られたと同様着順のよかつた選手程レースの生体負担度が大きかつたことを意味するものと考えられる。

さらにこれらのレースにおいてはレース後の白血球数が著しい増加を示しており、循環好酸球数は反対に極端な減少を示していた。

そしてこの傾向は走行距離の長かつた場合程顕著に見られた。

同僚里見等<sup>6)</sup>はさきに運動時における白血球数の増加と好酸球数の減少は運動の強度に比例して増大することからこれら両者の変動傾向によつて運動の生体負担度を評価することができることを報告しているが、このような見地からすればこれらロードレースの生体負担度は著しく大きいことが推察されるのである。

またこのような持久性スポーツの競技を遂行する能力と密接な関係を有する血糖値は普通の場合には琵琶湖一周ロードレースに見られるようにレースの成績の悪かつた選手程著しい低下を示していたが、特殊な携行食を与えた八王子コースの試走の場合には却つて高血糖を示した。

しかし関東学生選手権ロードレースでは携行食の量が足りなかつた為に着順のよかつた選手の方

が却つて低下が著しいという反対の現象が見られた。

持久性スポーツの競技における血糖値の低下は選手の心身の態度や中枢神経系の興奮状態等によつても多少影響されることはいう迄もないが、主として競技の強度やそれに応じた糖質の消費とそれを補給するエネルギー源の摂取或いは動員の相対的な関係によつて支配されることはよく知られている通りである。従つてエネルギー消費の大きいロードレースにおいては当然血糖値の低下を来すであらうことは推察に難くないのであるが、たとえ走行距離は多少短かつたとはいえ八王子コースの試走の場合の如く競技の遂行能力を鼓舞し体内に蓄積された糖質を動員する作用がある特殊な栄養物を充分補給した場合には却つて高血糖を示すことさえあるのである。

また血糖値の低下がいかにか競技の遂行能力を障碍するかは後掲第5表に示す例を見てもわかる。

すなわち琵琶湖一周ロードレースにおいて昨年のレースで一位を争つた吉田選手がこのレースでは血糖値が41mg/dlに低下したためようやく8位に入賞はしたものの、ゴールで倒れてそのまま動けなくなつた例や関東学生選手権ロードレースで井関選手の血糖値が40mg/dlに低下してゴールで吉田選手と同様な状態を呈した例を見ても血糖値の低下がいかにかレースの遂行能力に重大な影響を及ぼすかが推察できると考える。

なお最近運動の力源として問題視されて来た非エステル脂酸の変動を知りたかつたがそれができなかつたので血清中の脂肪の量を測定して見たがこの量もロードレースによつて一般に低減するような傾向を示した。

そしてこの血清中の脂肪の低減も血糖値の場合と同様競技の成績のよかつた選手の方が却つて少いような傾向がみられた。

以上の如く自転車のロードレースにおける疲労は神経—筋系の疲労よりもむしろ大量のエネルギー源の調達が行われないうことによる生体負担度の増大によることが大であり、極端な場合には血糖値の低下によつて競技の遂行能力が著しく障碍されるのが普通であつた。

## 2) ロードレースにおける携行食

今年の5月に行われた琵琶湖一周ロードレース

第3表 ビワコー一周ロードレースにおける携行食(競技前及競技中に摂取したもの)

	大 宮(1位)	高 瀬(3位)	赤 松(4位)	吉 田(9位)	缶 (17位)
肉 卵 類	コンビーフ 50g 魚ソーセージ 100g	コンビーフ 30g	魚ソーセージ 50g	茹卵 150g	—
穀 類	ブドーパン 150g もち 140g	もち 140g	ブドーパン 60g もち 140g	おにぎり 150g (のり巻)	おにぎり 120g (のり巻) もち 100g
菓 子	ミルクチョコレート 100g	チョコボール 50g	チョコボール 25g ミルクチョコレート 50g	—	チョコボール 200g
砂 糖	角砂糖 50g	角砂糖 35g	—	—	—
果 物 { 柑橘類 その他	夏みかん 600g バナナ 500g	夏みかん 600g バナナ 300g	夏みかん 600g バナナ 300g	夏みかん 10g ネーブル 400g バナナ 200g	— バナナ 200g リンゴ 300g
牛 乳	牛乳 180ml	牛乳 180ml	—	牛乳 180ml	牛乳 360ml
水 其 他	お茶 590ml	水 180ml	水 590ml	お茶 590ml サイダー 170ml	お茶 1180ml 水 2130ml

第4表 ロードレースにおける摂取飲食用量

	琵琶湖一周 (160 km)	八王子コース試走(136km)		関東学生選手権(154 km)	
	1-4位(3名)	1-3位(3名)	4-10位(7名)	1-3位(3名)	4-10位(4名)
熱 量 (Cal)	1763	1469	1062	942	797
糖 質 (g)	306	331	279	227	189
脂 質 (g)	41	10	4	2	2
蛋 白 質 (g)	43	13	7	5	6
ビタミンB <sub>1</sub> (mg)	1.1	0.2	0.1	16.7	10.0
ビタミンC (mg)	217	663	442	390	291
Ca (mg)	431	209	73	45	83
P (mg)	771	601	428	385	280
食 塩 (g)	0.6	3.1	2.2	3.4	1.1
飲 料 水 (ml)	453	1195	1422	1430	1083
総 摂 水 量 (ml)	1503	1979	1987	2218	1641
体 重 減 量 (kg)	2.7	3.0	2.6	1.7	1.3
レース後の血糖値 (mg/dl)	105	145	130	58	64

において優秀な選手が携行した食糧は次の第3表に示す如く、コンビーフ、ソーセージ、茹卵、パン、もち、バナナ、ミカン等種々雑多であり、そのレース前及びレース中に摂取した量も次の第4表に示す如く平均1700Calを越えるのが普通であった。

しかし携行食はできるだけ量が少く、食べやすい液状のものであることが望ましいことはいうまでもない。

また携行食の摂取によつて競技の逐行能力を高めるために直接エネルギー源となる許りでなく、体内に蓄積されているエネルギー源を動員して利

用し易くするものでなければならない。

この点コンビーフやソーセージや茹卵等は空腹感を軽減するには役立つが、それらが利用されるのにはかなりの時間を要するので競技に必要なエネルギーを補給するには間に合わない。

また同僚沖<sup>7)</sup>は空腹状態で運動する場合に途中で蔗糖を投与すると体内の糖質がよく動員されて血糖が高まり、生体負担度が著しく軽減して運動の逐行能力が新たに鼓舞されることを報告しているが、ロードレースのような競技で血糖値が低下するような場合に補給するエネルギー源としては糖質が最もすぐれていることは周知の通りである。

特に時間的に最も早く利用されるのは葡萄糖であり、多少時間はおくれるが蔗糖も同様に利用されることはいうまでもない。

しかもこのような糖質は直接エネルギー源として役立つばかりでなく、口腔、胃腸などにおける血液受容器を刺激して反射的に肝臓のグリコーゲンの分解を強める作用があるのでこれ等糖質が直接利用されるような状態になる前に血糖値が高まるのが普通である。

また複雑な構造をもった澱粉も消化管内で漸次葡萄糖に変化するので多少時間はおくれるが同様な作用を示すことはいうまでもない。そこでこの作用を適当につづかせるためにこれら3種の糖質を混合し、これに水分や無機塩類の調節の目的でよく使われている磷酸ナトリウムや塩化ナトリウムを加え、さらに競技の逐行能力を高めるためにビタミンCとかB<sub>1</sub>とかクエン酸等を加えて液状にしたものを携行食にするのがよいといわれている<sup>8)</sup>。

また前掲第3表にも示した如く従来のロードレースにおいては多くの選手が夏みかんや林檎を携行して摂取しているが、これは直接ビタミンCを補給する許りでなく、唾液の分泌を促進して競技中の渴感を取除く作用があるためと考えるが、このような作用はアスコルビン酸やクエン酸にもあることはいうまでもない。

そこで八王子コースの試走と関東学生選手権のロードレースにおいては次のような処方<sup>9)</sup>の栄養物を液状にしたものをビニールの袋につめて携行した。

葡萄糖	40g	ビタミンC	250mg
蔗糖	40g	クエン酸	200mg
可溶性澱粉	20g	ビタミンB <sub>1</sub>	5mg
		(関東学生選手権の場合のみ)	
食塩	1g		
磷酸ナトリウム	1g		

その結果八王子コースの試走の場合にはこの携行食をレース前並びにレースの途中で1000-1500Cal程度摂取することによつて主観的にも記録的にも好成績をあげることができた。

なおこのレースは走行距離が多少短かつたためでもあろうが多く<sup>10)</sup>の選手がゴールで著しい高血糖を示していた。

それでこれに続いて行われた関東学生選手権のロードレースではこれに少量のビタミンB<sub>1</sub>を加えてその携行量を少しく制限してみた。

ところがこのレースの日は折悪しく雨天であつたため自転車のチェーンに泥がつまつて走行が困難であつた許りでなくレースの途中で摂取した食量も800-900Cal程度にすぎなかつたため記録も著しく悪く、血糖値も著しい低下を示したものが多かつた。

しかしこのことは150km前後のロードレースにおいては天候その他の条件も考慮しなければならないので少くとも1000-1500Cal以上の食糧を携行する必要があることを教えるものとする。

さらにこの携行食と選手のコンディションとの関係をこれらレースにおいて比較的成績のよかつた個々の選手についてみると次の第5表に示す如く、琵琶湖一周ロードレースで8位に入賞した吉田選手は前年のレースにおいては1位の大宮選手と同タイムで入賞した優秀な選手であるがレースの途中で茹卵とおにぎりを950Cal程度しか摂取しなかつた許りでなく、レース前の血糖値も余り高くなかつたので血糖値が41mg/dlに低下し、ゴールで倒れて動けなくなつたのである。

また関東学生選手権のロードレースで5位に入賞した井関選手はレース前の血糖値が著しく低かつたためレースの途中で前に述べた携行食を1000Cal程度は摂取していたのにも拘らずゴールに到着した時血糖値が40mg/dlに低下して琵琶湖一周ロードレースにおける吉田選手と大体同様

第5表 ロードレースにおける摂取飲食物と血糖値

	氏名(順位)	熱量 (Cal)	糖質 (g)	ビタミン (mg)		食塩 (g)	摂水量 (ml)		体重 (kg)		血糖(mg/dl)	
				B <sub>1</sub>	C		飲用	総量	競技前	競技後 減少	競技前	競技後
琵琶湖一周 (160 km)	大宮(1)	2644	426	1.4	231	1.0	590	1862	65.7	3.8	94	108
	高瀬(3)	1135	230	0.8	211	0.4	180	1182	63.1	1.8	106	92
	赤松(4)	1509	263	1.0	210	0.4	590	1465	55.0	2.4	120	114
	吉田(8)	956	152	1.2	204	0.6	590	1632	55.4	2.0	88	41
	缶 (17)	2081	361	0.4	57	1.4	3310	4323	60.5	1.6	82	90
八王子試走 (136 km)	大宮(1)	1547	348	0.3	690	3.1	1180	1945	67.5	4.1	96	143
	佐藤(2)	1654	402	0.3	890	4.0	1120	2046	61.4	2.5	120	172
	井関(3)	1206	243	0.1	408	2.3	1280	1947	62.2	2.4	77	121
	山本(4)	797	189	0.1	370	1.7	1180	1668	65.1	2.9	101	121
	吉井(5)	1663	548	0.0	600	4.0	2250	2746	69.1	3.8	96	152
関東学生権生 (154 km)	大宮(1)	1222	293	25	580	5.2	1180	1921	65.5	2.0	98	64
	山尾(2)	1122	269	15	384	1.5	890	2179	61.6	2.0	78	57
	佐藤(3)	482	118	10	206	3.5	2220	2555	61.6	1.2	88	53
	井関(5)	1033	245	10	290	1.3	890	1456	62.8	1.6	71	40
	赤松(6)	571	137	10	267	1.0	1180	1736	55.8	1.8	123	53

な状態になった。

なおこの関東学生選手権ロードレースにおいては携行食の摂取量が一般に少なかったため多くの選手の血糖値が 60mg/dl 前後に低下して著しい空腹感とへばり感を訴えた。

従つてこのようなロードレースにおいてはレースの前日から糖質性の食物を適当に摂取して血糖値を高めておく必要がある許りでなく、量が少なくて食べ易い前記のような携行食をレース前並びにレースの途中で少なくとも 1000-1500Cal 程度摂取しなければ充分な活躍を期待できないように考える。

またこの場合飲料水を余り節減しすぎても血液の濃縮を来し、或は鬱熱をおこして競技の逐行能力が低減するであろうことが考えられる。

なお実際のレースにおける摂水量は携行食中に水分が 1l 程度ある場合には飲料水として 1l 程度を飲んでるのが普通であつた。

勿論この量はレース時の環境条件特に気温によつてかなり異なるであろうことは当然考えられるのであるが、むやみに水を飲みすぎても疲労を増して充分な活躍を期待することができないことはいうまでもない。それは前掲第5表に示す如く、琵琶湖一周ロードレースにおいて走行中 4.3l もの

水を飲んだ缶選手が、血液や体重の減少は比較的僅少であつたにも拘らず疲労困憊して記録が非常に悪かつたことから推察に難くない。

従つて携行飲料水はこのレースを行つた当時の気温であれば大よ 1l 程度すなわち携行食中の水分 1l を加えて 2l 程度で足りるのではないかと考える。

しかし気温が高い場合には鬱熱を防ぐために選手は頭に水をふりかけるのが普通であるのでその余裕をみておかなければならないということはいうまでもない。

#### IV 総 括

自転車のロードレースにおけるコンディション調整方法を明らかにするために本年5月及び6月に行われた琵琶湖一周ロードレース並びに関東学生自転車競技におけるロードレースに出場した東京オリンピック候補選手についてその疲労と携行食を調査し、その成績を検討して大要次の如き結果を得た。

1) 自転車のロードレースにおいてはフリツカー値や膝蓋腱反射閾値等からみた疲労はそれ程問題にする必要がないような成績が得られたが、白血球数の増加、循環好酸球数の減少並びに体重の

減少などからみた生体負担度は著しく大であった。

2) ロードレースで優秀な成績を示した選手は一般にレース後の脉搏数の増加や血液の濃縮が著しかったが、フリッカー値は却って上昇し、膝蓋腱反射閾値は却って低下するような傾向を示した。

3) 優秀な選手でもレース前或いはレースの途中で摂取する栄養物の量が少なかつたり、直接利用され難いものであった場合には血糖値が低下して競技の逐行能力が著しく障害されるのが普通であった。

4) ロードレースの携行食として葡萄糖 40g, 蔗糖 40g, 可溶性澱粉 20g の混合物に磷酸ナトリウム及び塩化ナトリウム各 1g, アスコルビン酸 250mg, ビタミン B<sub>1</sub> 5mg, クエン酸 200mg を 100ml 中に溶かしたものを加えて液状にしたものを与えたところ主観的にも客観的にも好効果が得

られたがその量が 1000 乃至 1500Cal 以下であった場合には血糖値の低下が著しく甚しい空腹感を訴えるのが普通であった。

5) 5月乃至6月頃行われるロードレースにおいて携行食中の水分が 1l 程度ある場合には飲料水として 1l 程度のものも携行する必要があるように考える。

## 文 献

- 1) 河谷：体力科学，5，2，1955.
- 2) 小泉：日新医学，38，4，252，1951.
- 3) 平林他：日本内科学雑誌，9，4，125，1952.
- 4) 斎藤正行：臨床化学検査，南山堂，152，1956.
- 5) 斎藤正行：臨床化学検査，南山堂，279，1956.
- 6) 里見：体力科学，8，5，1959.
- 7) 沖：体力化学，9，2，1960.
- 8) Jakowlew, N.N.：体育とスポーツ，7，51，1958.





