Y. KAJIKAWA, Y. WAKUDA and M. YONEDA: Studies
on Energy Metabolism in American-football Games

アメリカン・フットボール試合における
エネルギー代謝に関する研究

神戸大学御影分校 家 治 川 豊
和 久 田 賢 夫
関西学院大学 米 田 満

緒 言

アメリカン・フットボールは米国人の国民性を最もよく反映した sports と云われ、米国における人気は野球を凌駕するものがある。この sports は Soccer 及び Rugby に端を発し次第に独自の形態に発展していったが、現行の競技形態が確立されたのは約半世紀以前のことである。日本には昭和9年移入されたが、戦後一般的な sports 熱に加え、米軍の進駐並びにテレビの紹介などにより次第に発展普及し、現在全国 18 大学に部が組織されている。しかしながらこの競技に対する研究は formation など運動技術面の研究が多く、他に選手の体格^{1) 2)}及び傷害^{3) 13)}などの面から研究が行なわれているに止まり、その他の面からの研究は余りその例をみない。そこで著者らはエネルギー代謝の面からこの競技の科学的解明を行ない、その運動強度を知り選手の健康管理の一つの指標を得るためにこの測定を企てた。

研究 方 法

研究方法として、まずこの競技に必要な身体動きを数種の基本動作に分類し、そのエネルギー需要量を測定した。試合の際のエネルギー需要量は基本動作の需要熱量に試合時に行なつた time-study の結果を乗じて算定した。

アメリカン・フットボール（以下単に football と記す）においては blocking 及び tackle などの激しい play から選手の体を保護するために特殊な防具を着用している。この防具の重さは選手個人の体の大小、あるいは position によつて多少の差はあるが、Helmet—1.0 kg, Shoulder-pad—2.0~2.5kg, Hip-pad—1.0 kg 及び Thigh-guard—1.0kg 計 5.0~5.5kg で、これらの防具そのものの重さのために、他の球技に比較してその動作に相当な制約を受ける場合が多い。

アメリカンフットボールの防具

- (A)……Helmet (約 1kg)
(B)……Shoulder-Pad (約 2.0~2.5kg)
(C)……Hip-Pad (約 1kg)
(D)……Thigh-Guard (約 1kg)

(1) 基本動作のエネルギー需要量
基本動作のエネルギー需要量の測定は、昭

第1表 被検者の身長・体重並びに基礎代謝量

位 置	Line						Back			平均
	End	Tackle	Guard	Guard	Center	Center	Quarter Back	Half Back	Full Back	
被 検 者	M.M.	I.N.	Y.I.	T.T.	T.N.	A.S.	M.Y.	I.K.	S.K.	
年 令	22	21	21	22	20	22	20	22	19	21.0
身 長 cm	171.0	171.2	162.0	168.2	173.2	166.2	169.0	163.0	176.0	168.9
体 重 kg	61.2	71.4	61.7	63.0	68.7	58.5	60.0	62.0	67.0	63.7
体 表 面 積 m ²	1.73	1.85	1.66	1.73	1.83	1.66	1.70	1.68	1.84	1.74
基 礎 代謝量 Cal/min	1.058	1.125	1.021	1.058	1.117	1.015	1.038	1.024	1.121	1.064

(体表面積は高比良の式により算出し、基礎代謝量は労研値を用いた)

和33年9～10月の2カ月間、関西学院大学球技場で行なつた。被検者として同大学 football 部員の中から経験年数3年以上で技術のすぐれていると思われる選手の中から、Line 6名、Back 3名計9名を選び、各人の得意とする諸動作を行なわせた。第1表は被検者の体格その他を示したものである。

測定要領として、まず被検者は防具を着けたまま30分間椅坐安静ののち、10分間の安静時の呼気を採集して安静時代謝量を測定し、その後所定の各種基本動作を行なつた。なお基本動作の分類はエネルギー代謝測定に便なるようにしたため、この競技に専門に用いられている分類名称とやや異なる場合がある。

(イ) 立位及び歩行

試合の状況に準じてそれぞれ単独の動作を約5分間持続させた。なお歩行は70～80m/min. の速さで歩かせ steady-state¹⁾に入つたと思われる時期から3～5分間の呼気を採集した。

(ロ) 構え、駐足及び走の動作

これらは動作が過激で steady-state を保ち難いので、被検者にそれぞれ試合と同様の動きを20～60秒行なわせ、運動中並びに回復期の呼気を採集した。試合における走動作は直走、斜走及びジグザグ走など ball の動きにしたがつて種々な走法が行なわれ、一定していないが基本動作としては試合中最も多く行な

われている直走についてのみ測定した。

(ハ) blocking 並びに tackle

blocking の動作は第3表に示したように、その動作内容から4種に分け同一動作を連続的に3～5回行なわせた。その要領は blocking を受け止める補助者を3～6Yds. 間隔に縦にならばせ、被検者は試合に準じて構えから2～5Yds. の dash をして最初の一人に blocking を行ない、引続きその位置から次の者に同じ動作を繰返し行なう方法を取り、被検者と補助者 (blocking を受ける者) との距離は第3表備考に示すように動作の種類により一定に保たせた。なお被検者には直接その動作に伴う動きの外は、つとめて走りや歩きで位置を移動することのないよう注意した。

(ニ) ball の pass 及び kick

各種の pass のうち代表的と思われる lateral-pass, snapper-back, forward-pass を選び、kick は place-kick 及び punt-kick に分け、これら諸動作を7～10回連続して行なわせた。pass 及び kick に伴う諸動作は第4表備考に示した。なお動作 (ハ) 及び (ニ) の回復時間は予備実験において2分おきの回復時酸素消費量並びに脈博数が安静時に近い値を示す時間を検討して決めておいた。かくしてこれら諸動作の運動中並びに回復期の呼気を Douglas-bag 法により採気し、常法²⁾により酸素消費量を求め、動作 (イ) 及び (ロ) に

については酸素需要量及び RMR を、動作 (ハ) 及び (ニ) については運動中の全酸素需要量を求め需要熱量に換算し、動作回数で除して平均一動作当りの需要熱量を算出した。

(2) 試合の time-study の測定

試合の time-study は昭和 33・34 年度関西 football リーグ戦出場 の 関西学院大学 チーム について行ない、その試合数は 10 試合である。

球技などの運動時の動作は複雑で変化に富み、しかも需要熱量の高い動作と低い動作が入り混っているため、その、time-study の方法については学会においてもいろいろ討議されている。また本競技のように激しい体接触の多い競技においては、現在の Douglas-bag 法により試合に近い状態で種々の play を連続して測定することは困難である。一方 8mm フィルムによる動作分析を試みたのであるが、小範囲の動きについてはその動作を把握することが出来たが、play の展開が広範囲にわたる場合においては満足な結果が得られなかった。そこで著者らは従来行なわれている観察記録法と 8mm フィルム撮影法とを併用して出来る限りの正確を期した。しかし両チームが交戦する scrimmage は短時間の場合が多く (第 6 表参照)、またグラウンドには 10Yds. 毎のラインが引いてあるため他の球技よりもその動きが掴み易い利点があつた。試合においては scrimmage 以外の動きは全員ほぼ同じで選手相互の間に差がみられなかったもので、scrimmage とそれ以外とに大きく分けて time-study を行なつた。試合の観察記録の要領は著者ら並びに関西学院大学 football 部員が次のグループにわかれて担当した。

(イ) huddle, time-out の時間及びその間の選手の動きを計時記録する。

(ロ) scrimmage の時間並びに攻撃形態について計時記録する。

(ハ) scrimmage における選手の動きの種類並びにその回数と時間計時の記録をする。

以上 3 つのグループにわけた。

scrimmage での各選手の動きについては全員について行なわずに Right-End (R.E.), Center (C), Right-Tackle (R.T.), Left-Guard (L.G.), Quarter-Back (Q.B.), Left-Half-Back (L.H.B.) 及び Full-Back (F.B.) の 7 名について行ない、調査員は各選手につきそれぞれ 2 名一組となつて調査記録した。なお時間測定には 1/5 目盛の二針秒時計を用いた。

time-study の記録整理に際しては同時に撮影した 8mm フィルムの分析結果と照合し、フィルムにおいて明らかな動作はフィルムを主とし、広範囲に亘る動作に関しては観察記録を主とした。

(3) 試合におけるエネルギー需要量算定方法

第 2 表に示した歩行、走及び各種の動きの RMR に全員の平均基礎代謝量を乗じて各動作の単位時間の需要熱量を算出し、さらにこの値に time-study より得た動作時間の集計を乗じて各動作のエネルギー需要量を求めた。

第 3 表及び第 4 表に示した blocking, pass 及び kick などの諸動作の需要熱量は、これを RMR に換算するよりも、需要熱量そのままの値の方が個人差が少ないので総需要熱量を間接的に推算する場合は、一動作の需要熱量そのままの値を強度指標として用いるのが妥当であると山岡⁵⁾が報告している。著者らもこの方法により各動作の需要熱量の平均値に試合の time-study の結果から得た動作回数を乗じて一試合間の各動作のエネルギー需要量を求め、これを集計して一試合間の各動作の全需要熱量を求めた。かくして算出した両者を加算して football 一試合のエネルギー需要量を算出した。さらにこの試合のエネルギー需要量を試合時間中の選手の平均基礎代謝量で割つて football 試合を通じての RMR を求めた。

測定成績並びに考察

(1) 基本動作

立位及び歩行の RMR を第 2 表に示した。

第2表 基本動作のエネルギー需要量

動作	被検者	需要熱量 Cal/min	RMR	平均 RMR
立位	M.M.	0.23	0.2	0.2
	M.Y.	0.25	0.2	
	I.K.	0.25	0.2	
歩行 70~80m/min.	M.Y.	3.20	3.0	3.1
	I.K.	3.21	3.1	
	I.N.	3.23	3.2	
構え	A.S.	3.75	3.9	4.2
	I.K.	4.57	4.5	
	Y.I.	4.64	4.4	
駆足 140~150m/min.	S.K.	10.83	9.6	10.8
	T.N.	11.82	10.6	
	I.K.	12.31	12.1	
走 4~5m/sec.	S.K.	108.17	96.3	98.0
	Y.I.	101.67	99.7	
走 6~7m/sec.	I.K.	149.99	149.2	167.6
	I.N.	187.18	165.9	
	M.M.	190.70	187.7	

第2表によれば両者共あまり個人差はなく、立位で平均0.2、歩行は平均3.1であつた。これらの測定値は他の sports⁹⁻¹⁰⁾ の場合に比べ大差は認めなかつた。構えの RMR の平均は4.2で他の球技^{9) 10)} に比較して非常に高い。この競技で行なわれる構えは、両膝を曲げ片手を地面につけて上体を前倒させ、体重の大部分を両足先と片手にかけて相手を blocking するための準備姿勢で、全身の筋の緊張を要するため RMR も静的動作としては非常に高いものと思われる。駆足及び走動作の値は速度に関係して非常に広範囲 (10~200 位) に分布している^{11) 12)} ので走の平均 RMR を求めることは困難であるが、今回の測定では正規の防具をつけた football 部員の 30 米疾走記録から 4~5m/sec と 6~7m/sec. との直走にわけて測定した。走の平均 RMR は前者で 98.0 後方で 167.6 であつた。これらの実測値は Soccer 及び Rugby 選手について山岡^{9) 10)} が報告した 4~5m/sec. (RMR30.0) 及び 6~7m/

sec (RMR70.0) の値と比較して約 2~3 倍の値である。football においては helmet 及び shoulder-pad の重さに加えて thigh-guard により股上げの動作が制約され、したがって走る姿勢に無理があり、その効率が悪くそのためにスピードの割合に酸素需要量が多いものと推察される。

blocking 及び tackle の需要熱量は第3表に示したがいずれも個人差が大きい。これらの諸動作は各人のその動作に対する技術の優劣、両者の体重の大小あるいは姿勢の高低などによつて、その強弱が大きく左右されるために約 1Cal. 程度の差異はやむを得ないものと思われる。またそれらの一動作当りの平均需要 Cal. 値から眺めて各動作の性格や強度に応じてそれぞれ異なつた値がみられる。shoulder-check は sharp な肩の当りで相手 player の動きを止める動作で瞬間的な当りである。shoulder-block は ball 保持者の前進路を開くために相手 player に対して肩で強く当り、しかもできるだけ長く相手を牽制するため全身の力を出して相手を押し続ける (約 3~4 秒) 動作が加わる。shoulder-check 及び shoulder-block の両動作とも肩を使うのであるが、その動作の性格から前者は 2.1Cal. で後者は 3.2Cal. と約 1Cal. の差が認められた。

body-blocking は身体を投げ出して相手 player の動きを止める動作で、主として腰部を捻りながら強く相手の下半身に当る動きを伴ない或るスピードを必要とする。今回の測定において強い当りとなるための dash の距離について検討した結果、最低 5Yds. の dash が必要と思われたのでこの dash を含めての需要熱量を算出した。その値は一動作 3.16~4.41Cal. で平均 3.80Cal. であつた。しかしこの動作は上体及び腰の捻り方の大小によつて同一人においても 0.3~0.7Cal. の需要熱量の差がみられた。blocking 及び tackle における値は dash に伴う酸素消費量の増加を差引いて算出することが困難であるため、その

第3表 基本動作の blocking 並びに tackle のエネルギー需要量

動作内容	動作回数	被検者	採気時間		需要熱量 Cal.	Cal./1動作	平均		備考		
			運動	回復			Cal./1動作	Cal./1動作			
shoulder-check	3	A.S. Y.I.	24" 23"	7' 7'	5.91 6.65	1.97 2.21	2.1		2Yds. の dash を含む		
Shoulder-block	3	A.S. Y.I. I.N.	24" 24" 27"	8' 8' 8'	8.92 10.22 10.25	2.97 3.40 3.41	3.26	3.2	2Yds. の dash を含む		
		5	A.S. M.M. Y.I.	30" 30" 30"	12' 10' 10'	14.51 14.88 16.91				2.90 2.97 3.38	3.08
	3		I.N. M.M. Y.I.	26" 24" 30"	10' 10' 12'	9.48 11.63 13.23	3.16 3.87 4.41			3.8	
tackle	3	T.T. I.N. A.S.	30" 27" 30"	10' 8' 8'	9.85 10.20 11.15	3.28 3.40 3.71	3.4	5Yds. の dash を含む			
body-block を受ける	3	M.M. T.T.	24" 27"	10' 10'	10.70 11.00	3.56 3.66	3.6	3Yds. の dash を含む			
tackle を受ける	3	M.Y. Y.I.	27" 27"	8' 8'	9.70 10.16	3.23 3.38	3.3	3Yds. の dash を含む			

動作を遂行する上に必要な dash を含めた値である。その需要熱量は dash の距離に影響されるが一動作当り平均 3~4Cal. であり基本動作の中で最も高い値であつた。blocking 及び tackle を受けた場合の需要熱量については第3表の通りで、試合においてはその動作が行なわれる瞬間の状況が複雑多様なため一定化することは困難である。著者らの測定ではこの動作をしかける場合とほぼ同じ値を得たが更に検討の必要があると思われる。最近行なつた football 選手の外傷調査¹³⁾の結果、blocking 及び tackle が傷害の原因となつている例数が首位を占めている事実をみても非常に激しい play でエネルギー消耗の高い動作である。第4表は pass 並びに kick の測定値を示したものである。第4表に示したようにその運動内容に応じてそれぞれ異なつた値を得たが、これは pass 及び kick の強弱あ

るいは距離の遠近をつけるための必要な身体の附随動作の大小によつてその需要熱量に差異が生じたものと思われる。

以上各種基本動作別のエネルギー需要量測定の結果について考察を試みたが、これらの測定値は呼吸弁及び採気袋をつけての値であり、これら測定器具のために動作が制約される play もあり、したがつて試合においては定測値よりも高い需要熱量を要する動作も多いものと推測される。

(2) football 試合の time-study

試合の time-study の結果は第5表に示した。試合時間は half-time (15分) を除き平均 104 分であつた。各動作別の所要時間は立位時間が最も長く平均 66 分で試合総時間の約 63% を占め、歩行及び駆足の時間はそれぞれ 6 分、10 分と僅少であつた。これら立位、歩行及び駆足の時間は大部分 huddle に伴なう

第4表 基準動作の pass 並びに kick のエネルギー需要量

動作内容	動作回数	被検者	採気時間		必要熱量 Cal.	Cal./1動作	平均 Cal./1動作	備考
			運動	回復				
lateral-pass	9	S.K.	30"	5'	3.66	0.40	0.4	6~7Yds. の pass
		M.Y.	30"	5'	3.71	0.41		
snapper-back	5	T.N.	30"	6'	4.96	0.99	1.2	stance から 10Yds. の pass
		A.S.	30"	6'	6.19	1.23		
forward-pass	6	I.K.	35"	8'	10.80	1.80	1.9	stance から ball を受け 5Yds. 後退して 10Yds. 前方に pass
		M.Y.	30"	7'	11.72	1.95		
place-kick	5	S.K.	25"	7'	3.43	0.68	0.7	2steps 後の kick (40Yds.)
punt-kick	5	S.K.	25"	8'	7.31	1.46	1.5	その場からの kick
	5	S.K.	40"	10'	9.88	1.97	2.0	stance から ball を受けて 3steps 後 kick
kick-ball を受ける	5	M.Y.	30"	4'	4.43	0.88	0.9	静止の状態で ball を受ける. 約 3Yds. の移動を含む

第5表 試合の time-study

	試合 総時間	立位	歩行	駆走	scrim- mage
平均	104'00"	66'00"	6'00"	10'00"	22'00"
最小	91'10"	58'28"	5'40"	7'10"	20'10"
最大	119'00"	73'20"	8'40"	12'20"	24'40"
百分率(%)	(100)	(63.5)	(5.7)	(9.6)	(21.2)

動きの時間である。両チームが交戦する scrimmage の集計時間は平均 22 分で全試合時間の 21% にすぎない。一回の scrimmage に要する時間は第 6 表に示した。その所要時間は play によつて異なるが、平均 10 秒前後の短い時間である。試合に行なわれた play をわけてみると run-play が多く punt-play 及び pass-play は少ない。

第 7 表は scrimmage における position 別

第6表 scrimmage における play 数並びに所要時間

	回数	1 回の所要 時間 (秒)	平均 (秒)
scrimmage の回数	50~68	4"~20"	10"
play 種別	run-play	4"~12"	7"
	pass-play	9~18	6"~13"
	punt-play	8~20	8"~20"
			15"

動作回数、動き時間の最大・最小並びにその平均値を示したものである。第 7 表によれば同一 position でもその動作回数及び動きの時間に大きい開きがみられる。これは選手の技術の個人差、試合の経過状況特に使用する攻撃形態の種類によつてその動きが異なつてくるためである。position 別にみると Line 各選手とも blocking の動作が多い。これに対し Back 選手では Line 選手よりも dash の時間が長く、かつ tackle 及び pass の動作が多い。このことはそれぞれの任務の特質が time-study の上にあらわれたと云うべく、Line の援護のもと Back が ball を進めていく football の特徴が明確に示されていると云えよう。

(3) football 一試合のエネルギー需要量

football 一試合 (104 分) のエネルギー需要量を第 8 表並びにその附図に示した。この第 8 表によればチーム全員の平均エネルギー需要量は 765Cal. であり、また RMR は 6.9 で資源調査会の労作強度分類¹⁴⁾にしたがえば「重筋労作」に属する。Line の平均総必要熱量は 760.3Cal., Back は 771.2Cal. で両者間に 10.9 Cal. の差がみられた。またそれぞれの position

第7表 scrimmage における time-study

Position		blocking (回)		tackle. (回)	pass, kick (本)	dash, stance. (秒)
		shoulder, check.	body.			
End	平 均 最小～最大	32 (23～38)	55 (50～62)	21 (10～31)	13 (7～16)	165 (120～180)
Tackle	平 均 最小～最大	60 (42～77)	55 (43～64)	10 (6～21)	0 (0～4)	115 (100～130)
Guard	平 均 最小～最大	95 (85～115)	18 (7～30)	12 (8～19)	0 (0～3)	120 (100～130)
Center	平 均 最小～最大	110 (100～122)	5 (3～9)	11 (4～17)	*14 (5～20)	90 (80～110)
Quarter-Back	平 均 最小～最大	21 (12～32)	8 (4～13)	35 (15～51)	48 (30～60)	190 (170～210)
Half-Back	平 均 最小～最大	35 (26～43)	38 (25～46)	38 (25～48)	31 (20～45)	230 (200～250)
Full-Back	平 均 最小～最大	34 (28～48)	40 (35～53)	35 (20～40)	42 (31～50)	200 (160～240)

- (備考) 1. blocking 及び tackle の数は各動作をしかけた場合と受けた場合との合計である。
 2. pass の数には ball の throw 及び receive と, kick-ball の catch を含む。
 3. *印は Center の snapper-back の回数。

第8表 football 試合のエネルギー需要量

	立 位	歩 行	駆 足	scrimmage	総需要熱量 Cal.	RMR
需要熱量 (cal.)	15.8	19.3	116.5	613.4	765.0	6.9
百分率(%)	2.1	2.5	15.2	80.2	100	

scrimmage における position 別エネルギー需要量

Position		blocking 及 tackle	pass 及 kick	dash 及び stance	合 計	平 均	
End	平 均 Cal. 最小～最大 百分率(%)	360.0 (320.6～375.8) 56.5	11.0 (7.3～15.7) 1.7	266.0 (235.8～280.0) 41.8	637.0 100	Line 608.75	613.40Cal.
Tackle	平 均 Cal. 最小～最大 百分率(%)	395.0 (380.0～401.0) 65.3	0 (0～3.6) 0	210.0 (195.0～225.0) 34.7	605.0 100		
Guard	平 均 Cal. 最小～最大 百分率(%)	385.0 (375.0～408.0) 64.7	0 (0～3.0) 0	210.0 (190.0～230.0) 35.3	595.0 100		
Center	平 均 Cal. 最小～最大 百分率(%)	353.0 (330.0～378.0) 59.0	50.0 (48.0～55.0) 8.4	195.0 (180.0～200.0) 32.6	598.0 100		
Quarter-Back	平 均 Cal. 最小～最大 百分率(%)	185.0 (175.0～200.0) 33.8	83.0 (77.0～92.0) 15.1	280.0 (260.0～290.0) 51.1	548.0 100	Back 619.66	
Half-Back	平 均 Cal. 最小～最大 百分率(%)	288.0 (275.0～330.0) 43.4	35.0 (28.0～40.0) 5.3	340.0 (325.0～360.0) 51.3	663.0 100		
Full-Back	平 均 Cal. 最小～最大	286.0 (260.0～340.0)	62.0 (58.0～70.0)	300.0 (280.0～320.0)	648.0		

第3表 附 図

相互の比較を行なつてみると, Q.B. は特に少なく 699.6Cal. であつたが, Q.B. を除く他の各 position の間にはあまり大差がみられなかつた。次に position 別に scrimmage の動作別エネルギー需要量についてみると, Line では blocking 及び tackle に平均 370Cal. を要し, scrimmage 中の全需要熱量の 57~65% を占めている。しかし End は pass-play に関与するため走動作に要した熱量が多い。Back では dash が多く, H.B. は 300Cal. で scrimmage の総需要熱量の 45% を占め, F. B. は dash と tackle にそれぞれ約 44% とほぼ同様の需要熱量を示した。Q.B. においては blocking 及び tackle の需要熱量は 185Cal. で Line の約 1/2 に相当し, pass の動作はその任務上, 他の position より多いが, pass の総需要熱量は 83Cal. にすぎない。pass に要した熱量は動作回数に比べて少ないが, time-study の結果, pass-play に用いる forward-pass, run-play の中 open への展開に用いる lateral-pass 及び pitchout-pass の平均使用回数の比率は, forward-pass 1 に対して後二者の pass は 3 であつた。したがつてその pass 一回当りの需要熱量 (第 4 表) からみて動作回数の多い割合にその需要熱量は少ない。Q. B. 総需要熱量は 699.6Cal. で最も少ないが, チームの主要作戦者としての精神的な負担の大きいのが特徴である。

football 試合においては各選手が分業的に各個の動作を遂行しながら ball を中心に集約

的なチーム・プレイを行なつていと云うべくエネルギー需要量の面にもその特徴があらわれている。またこの競技においては試合中の選手交替が大幅に認められているが, 一つには作戦的な面と, 他方選手の健康管理の面から眺めて激しい肉体的消耗の緩和にも大いに役立っているものと思われる。

総 括

アメリカン・フットボール 部員数名を被検者として試合における各種基本動作のエネルギー需要量を測定し, また昭和 33・34 年度関西学生 football リーグ戦の際, time-study を行なつて football 一試合のエネルギー需要量も推算した。

(1) 各種基本動作のエネルギー需要量のうち急激な走動作の RMR は速度 4~5m/sec. で 98.0, 6~7m/sec. では 167.6 と非常に高い値を示した。これは着用する防具の重さに影響されたものと思われる。また一動作当りの需要熱量においては blocking が約 2.0~3.8 Cal., tackle は平均 3.4Cal. であつてもつとも高いエネルギー需要量を示す動作であつた。

(2) 試合の time-study の結果, 試合時間は平均 104 分であり, そのうち立位時間は平均 66 分 (全試合時間の 63.5%), scrimmage の時間は平均 22 分 (全試合時間の 21.2%) であつた。

また各動作別にみると, Line では blocking 及び tackle の動作が多く, Back では急激な走及び tackle が多かつた。

(3) アメリカン・フットボール一試合のエネルギー需要量は player 一人当たり平均 765 Cal. であり, その平均 RMR は 6.9 であつた。position 別に比較すると, Line 平均 760.3 Cal., Back は平均 771.2Cal. でその差は僅少であり Quarter-Back を除く他の各 position 相互の間には大差はなかつた。したがつて本競技は全員が ball を中心として平等に活躍し得る sports であると云えよう。

(4) 選手の健康管理の面からみて、試合においては作戦の許す限りにおいて選手の交替を行ない選手を休養させることも考慮すべきであろう。

(終りに臨み御教示を賜わった神戸医大古沢一夫教授並びに関学大稲葉越三教授に深甚の謝意を表します)

参 考 文 献

- 1) 横堀栄他：(1956) Sheldon の三角図型による体格の判定に関する研究，体力科学，Vol. 6, No. 3, p. 118.
- 2) 木村静雄他：(1957) 各種スポーツの身体形成に及ぼす作用（第1報），体育学研究，Vol. 2, No. 5, p. 204~210.
同（第2報），体育学研究，Vol. 2, No. 6, pp. 253~257.
- 3) 日本医科大学整形外科教室：(1937) 米式蹴球（第1報），体育研究，Vol. 4, No.5, pp.543~551.
同（第2報）(1938)，体育研究，Vol. 5, No. 4, pp. 399~403.
- 4) 鈴木慎次郎：(1948) 労働のエネルギー原則，誠文堂，新光社刊.
- 5) 山岡誠一：(1952) 体育運動のエネルギー代謝に関する基礎的研究（第3報），日本生理学雑誌，Vol. 14, No. 9, pp. 533~539.
- 6) 山岡誠一他：(1950) 野球試合のエネルギー代謝（第1報），体力科学，Vol.1, No.2, pp.30~35.
（第2報），体力科学，Vol.2, No.3, pp.169~173.
- 7) 浅野辰三：(1955) 軟式庭球試合におけるエネルギー代謝に関する研究，体育学研究，Vol. 1, No. 9, pp. 550~557.
- 8) 浅野辰三：(1956) 庭球試合におけるエネルギー代謝に関する研究，体育学研究，Vol. 2, No. 3, pp. 122~129.
- 9) 山岡誠一他：(1951) 蹴球試合のエネルギー代謝，体育学研究，Vol. 1, No. 2, pp. 174~179.
- 10) 山岡誠一他：(1952) ラグビー試合のエネルギー代謝，体育学研究，Vol.1, No.3, pp.220~225.
- 11) 河合正光：(1955) エネルギー代謝の側から見た運動選手の練習量について，体力科学，Vol. 5, No. 3, pp. 73~78.
- 12) 山岡誠一他：(1956) 疾走のスピードと酸素需要量の関係，京都学芸大学学報，No.9, pp. 47~52.
- 13) 米田満他：(1960) アメリカン・フットボールの外傷調査，体育学研究，Vol. 5, No. 1, p. 269.
- 14) 科学技術庁資源調査会：(1959) 日本人の栄養所要量.