

高温高湿環境の B₁ 代謝に及ぼす影響に関する研究

第 I 編

高温高湿環境下 B₁ 欠乏食飼育シロネズミの組織 B₁ 量

岡山大学医学部小児科教室 (主任: 浜本英次教授)

豊 岳 正 道

〔昭和 34 年 3 月 31 日受稿〕

緒 言

高温高湿環境の B₁ 代謝におよぼす影響に関する研究は数多く、その内動物実験では B₁ 必需量の増加を認めるものと¹⁾²⁾⁴⁾⁻⁹⁾、却つてその減少を認めるものがあつて一定の結論に達していない。本邦では夏季に尿中 B₁ 排泄量の減少¹⁵⁾⁻¹⁹⁾、血中 B₁ 濃度の低下および脚気¹⁰⁾の多発等を以て B₁ を多く摂る必要のある事が一般に認められており、かかる事態の原因として暑熱による B₁ 摂取量の減少¹⁵⁾¹⁸⁾、食質の偏向¹⁷⁾、B₁ 消費の増加¹⁷⁾等が挙げられている。中村⁴⁾は高温高湿環境の影響を実験動物組織 B₁ 量の消長から検討しているが、私は高温高湿環境下で長期間に亘りシロネズミを飼育しつつ、実験的に B₁ 欠乏症に陥らしめ、その組織 B₁ 量、体重の消長を測定しこれを平温環境下の対照 B₁ 欠乏獣のそれと比較して高温高湿の B₁ 代謝におよぼす影響を知らんとした。

実験方法

実験動物としては 120~140 g の成熟健康雄シロネズミおよび 40~60 g 前後の健康雄幼シロネズミ

を養食を防ぐため粗大な網目の底を取付けた飼育箱に容れ 1 匹づつ飼育した。

飼料として普通食は小麦、玄米、青野菜を与え、これに肝油を 1 日 1 滴づつ添加し水はこれを自由に飲ませた。

B₁ 欠乏食としては島園食²¹⁾を用いその基本食および水はこれを自由に摂らしめ、添加 B₂ 群ビタミンは別に経口投与した。

又別に低脂肪高含水炭素 B₁ 欠乏食として島園食を参考とし表 1 の如くこれを工夫変化し、水および B₂ 群ビタミンは同様に投与した (以後低脂島園食と略称)。

B₁ の定量はパームチットを用いるチオクロム法により、被験獣は組織 B₁ 測定前 24 時間飼料を与えず、クロロホルム麻酔の下に肝、腎、心、脳を剔出秤量し高川²²⁾に従い総 B₁ および遊離 B₁ を測定した。

高温高湿環境としては中村⁴⁾の報告を参考として湿球温度 28°~30°C (乾球温度 30°~32°C, 湿度 90%以上) とし恒温恒湿装置を使用した (以後暑熱環境と略称)。対照は室温動物室で同様の飼料で飼育したものをを使用した。

表 1 低脂肪 B₁ 欠乏島園食組成

基 本 飼 料		塩 混 合		ビ タ ミ ン B ₂ 群	
精製カゼイン	72 gr	Na Cl	20.2g	Riboflavin	4.0 mg
澱 粉	292 (272)	Mg SO ₄ ·7H ₂ O	63.5	Pyridoxin	5.0
大 豆 油	0 (20)	K ₂ HPO ₄	111.5	Nicotin 酸	20.0
塩 混 合	16	Ca-lactate	28.7	Ca-Pantothenate	20.0
肝 油	8	Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	52.6	Cholin-HCl	1.0
水	500	Ca ₂ H ₂ (PO ₄) ₂ H ₂ O	111.6	以上水を加えて 10cc とする	
以上重湯煎上で混和し団子を作る		Fe-Citrate	13.8		

() 内は島園食組成

表 2 成熟健康シロネズミの組織 B₁ 量

No.	体 重	肝		腎		心		脳	
		濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ
1	104	712 (70)	38 (3.8)	502 (51)	4.5(0.4)	507 (45)	2.8(0.2)	405 (62)	4.1(0.6)
2	119	645 (32)	39 (1.8)	412 (16)	3.3(0.1)	873 (24)	3.5(0.1)	287 (11)	3.2(0.1)
3	215	722 (64)	46 (4.0)	412 (49)	7.4(0.8)	660 (37)	4.6(0.3)	352 (71)	3.5(0.7)
4	105	630 (23)	33 (1.2)	366 (16)	3.3(0.1)	540 (19)	3.7(0.1)	334 (13)	4.3(0.2)
5	162	950 (35)	48 (1.7)	422 (36)	4.2(0.4)	791 (55)	3.9(0.3)		
平均	141	732 (45)	40.8(2.6)	423 (34)	4.5(0.4)	674 (36)	3.7(0.2)	344 (39)	3.8(0.4)

() 内は遊離型

実験を次の 5 段階に分ち実施した。

これは対照値を求めるため室温普通食飼育 (毎

1) 室温環境下普通食飼育シロネズミの組織 B₁ 量と体重を測定したものである。

表 3 幼若シロネズミの組織 B₁ 量

No.	体 重	肝		腎		心		脳	
		濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ
83	44	788 (32)	15.0(0.6)	436 (8)	3.6(0.7)	670 (17)	1.9(0.5)	314 (9)	2.6(0.08)
88	48	788 (20)	16.5(0.4)	425 (12)	2.5(0.7)	650 (9)	1.9(0.3)	952 (7)	3.2(0.08)
平均	46	788 (26)	15.8(0.5)	430 (10)	3.1(0.7)	660 (13)	1.9(0.4)	299 (8)	2.9(0.08)

() 内は遊離型

2) 暑熱環境下普通食飼育成熟シロネズミの組織 B₁ 量と体重を測定した。

体重 140 g 前後の成熟シロネズミを暑熱環境下

表 4 暑熱環境下普通食飼育シロネズミの組織 B₁ 量

実験 日数	No.	体 重	肝		腎		心		脳	
			濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ
5 日	14	92	686 (79)	27 (3.1)	433 (77)	4.0(0.7)	483 (82)	1.9(0.3)	486 (25)	4.4(0.2)
	15	115	637 (64)	26 (2.6)	415 (90)	3.7(0.8)	502 (30)	3.0(0.2)	315 (52)	3.2(0.5)
平均	104	662 (71)	27 (2.7)	424 (83)	3.9(0.8)	493 (56)	2.5(0.3)	401 (38)	3.8(0.4)	
15 日	7	153	765 (75)	32 (3.1)	577 (67)	7.5(0.8)	427 (71)	3.0(0.5)	311 (30)	3.7(0.3)
	8	143	522 (22)	31 (1.3)	312 (17)	3.1(0.2)	564 (16)	2.8(0.1)	310 (8)	3.7(0.1)
	9	130	830 (22)	37 (2.7)	550 (36)	4.9(0.3)	535 (15)	3.2(0.1)	370 (16)	4.4(0.2)
平均	140	706 (39)	33 (2.4)	479 (40)	5.2(0.4)	508 (34)	3.0(0.2)	330 (18)	3.9(0.2)	
30 日	10	188	807 (11)	41 (0.6)	311 (12)	4.0(0.2)	643 (7)	4.5(0.1)	270 (13)	3.5(0.1)
	11	125	750 (18)	32 (0.9)	294 (14)	3.2(0.2)	575 (6)	3.5(0.05)	300 (8)	3.3(0.1)
	12	133	690 (30)	36 (1.6)	675 (60)	6.8(0.6)	727 (49)	3.6(0.2)	352 (32)	3.9(0.3)
平均	149	749 (19)	36 (1.0)	426 (28)	4.7(0.3)	648 (20)	3.8(0.1)	307 (18)	3.6(0.2)	

3) 暑熱環境下 B₁ 欠乏成熟シロネズミの組織 B₁ 量

体重 140 g 前後の成熟シロネズミを暑熱環境下 B₁ 欠乏食で飼育しつつ実験第 5, 15, 30日目の組織 B₁ 量および体重を測定し、同時に室温動物室に於て同様の飼料で飼育した対照のそれと比較した。

4) 暑熱環境下 B₁ 欠乏幼シロネズミの組織 B₁ 量

体重 60 g 前後の幼シロネズミを暑熱環境下に B₁ 欠乏食で飼育しつつその実験第 3, 7, 11, 15, 20, 25, 30日目の組織 B₁ 量, 体重を測定し、同時に同様に於て室温動物室飼育対照と比較した。

5) 暑熱環境下低脂 B₁ 欠乏幼シロネズミの組織 B₁ 量

体重 50 g 前後の幼シロネズミを用い低脂島菌食を飼料とした他, 4) と同様に実験を行った。

実験成績

1) 平温環境下普通食飼育シロネズミの組織 B₁ 量

i) 成熟シロネズミの場合

平均湿球温度 15±2°C の室温動物室で普通食飼育(毎日 B₁ 約 60γ) の成熟シロネズミの肝, 腎, 心, 脳の B₁ 濃度および含量は表 2 に示す如く肝で平均夫々 732γ% および 40.8γ で, 同様に腎では 423γ% と 4.5γ, 心は 674γ% と 3.7γ, 脳は 344γ% と 3.8γ であった。遊離型は肝で夫々 45γ% と 2.6γ, 腎で 34γ% と 0.4γ, 心で 36γ% と 0.2γ, 脳で 39γ% と 0.4γ であった。

ii) 幼シロネズミの場合

体重 60 g 前後の幼シロネズミの組織 B₁ 濃度および絶対量は表 3 の如く肝で平均夫々 788γ% と 15.8γ, 腎は 430γ% と 3.1γ, 心は 660γ% と 1.9γ, 脳は 299γ% と 2.9γ であり, B₁ 濃度は各臓器共成熟試獣のそれとほぼ同様であったが, B₁ 絶対量はかなり少なかった。

実験期間中の体重は表 5 上段に示す如く 1 週間に約 14 g づつ増加する標準成長を示した。以上の成績を次の各実験の基本的な対照値とした。

2) 暑熱環境下普通食飼育成熟シロネズミの組織 B₁ 量

体重 120~140 g の成熟シロネズミを暑熱環境下普通食で飼育しつつその実験第 5, 15, 30日目に測定した組織 B₁ 量は表 4 に示す。実験 5 日目の肝, 心の B₁ 濃度は夫々 662γ%, 493γ% で何れも正常

表 5 普通食飼育シロネズミの体重

環境	日		5 日	15 日	30 日
	No.	開始時			
対照	1	88	104		
	2	97	107	119	
	3	182	192	215	
	4	93	105		
	5	112	125	141	162
増加の平均			+12.2	+17.0	+21.0
高温高湿	14	116	92		
	15	124	115		
	7	174	160	153	
	8	130	133	143	
	9	118	122	130	
	10	176	162	179	188
	11	141	134	115	125
	12	126	110	127	133
増加の平均			-9.6	+4.3	+8.3

値より約 20% 減少を示したが, この減少は第 15 日後はほぼ正常値に回復した。腎, 脳の B₁ 濃度は終始変動をみなかった。B₁ 含有絶対量は実験第 5 日目正常値に比し肝, 心で 30%, 腎 15% の減少を示したが, 腎, 心は 15 日以後回復し, ただ肝のみ 15 日目 15%, 30 日目にもなお 10% の減少であった。

この間の体重は表 5 下段に示す如く実験初期には減少し次いで増加するがそれは 1 週間に平均約 4 g に過ぎず, 平温試獣に比し著しく不良であった。

3) 暑熱環境下 B₁ 欠乏成熟シロネズミの組織 B₁ 量

体重 120 g 前後の成熟シロネズミを 1 週間の準備期間の後体重の安定するをまち暑熱環境下に収容し B₁ 欠乏食を与えつつ実験第 5, 15, 30日目に組織 B₁ 量を測定し同時に湿球温度 23°~26°C の室温環境下で同様に実験した対照と比較した。その結果は表 6 に示す如く, 両環境試獣共初期に急激に B₁ 濃度および絶対量の減少を示し 5 日目には肝, 腎, 心は約 1/2 となりその後やや緩慢に減少し, 30 日目には B₁ 濃度および含量は肝で夫々約 1/9 と 1/12, 腎で 1/6 と 1/7, 心で 1/8 と 1/9, 脳は 1/3 と 1/3 まで低下した。しかしその減少程度は両環境共同様で暑熱環境が特に組織 B₁ 量の減少を促進する様子はみられなかった。遊離型は値が僅少でしかも一定の傾向がなかったため以後は主として総 B₁ 量を測定した。

表 6 B₁ 欠乏食飼育成熟シロネズミの組織 B₁ 量

実験 日数	環 境	番 号	体 重	肝		腎		心		脳	
				濃度 %	含量 %	濃度 %	含量 %	濃度 %	含量 %	濃度 %	含量 %
5	対 照	20	128	312 (29)	14 (1.0)	192 (21)	1.9(0.2)	361 (12)	2.5(0.1)	312 (9)	3.4(0.1)
		18	123	356 (15)	16 (0.8)	215 (12)	2.2(0.1)	407 (19)	2.8(0.1)	236 (7)	2.8(0.1)
	平均	126	334 (22)	15 (0.9)	204 (17)	2.05(0.15)	384 (16)	2.65(0.1)	274 (8)	3.1(0.1)	
日	高 温	3	124	337 (21)	16 (1.0)	225 (14)	2.3(0.1)	414 (7)	2.1(0.05)	302 (7)	3.6(0.1)
		4	135	306 (15)	14 (0.8)	187 (18)	2.2(0.2)	343 (14)	2.4(0.1)	231 (5)	2.5(0.05)
	平均	129	321 (18)	15 (0.9)	206 (16)	2.25(0.15)	378 (10)	2.25(0.08)	267 (6)	3.05(0.08)	
15	対 照	14	135	150 (11)	9 (0.7)	94 (14)	0.8(0.1)	145 (14)	0.9(0.1)	204 (12)	2.2(0.1)
		15	136	225 (13)	9 (0.6)	152 (19)	1.5(0.2)	226 (13)	1.1(0.05)	231 (20)	2.5(0.2)
	平均	135.5	187 (12)	9 (0.65)	123 (16)	1.15(0.15)	187(13.5)	1.0(0.08)	218 (16)	2.35(0.15)	
日	高 温	5	134	166 (10)	9 (0.5)	90 (7)	0.9(0.1)	270 (6)	1.4(0.05)	191 (10)	2.1(0.1)
		7	131	150 (18)	8 (0.9)	138 (13)	1.4(0.1)	210 (20)	1.1(0.1)	262 (7)	3.1(0.1)
	平均	132	158 (14)	8.5(0.7)	114 (10)	1.15(0.1)	240 (13)	1.25(0.08)	226(8.5)	2.6(0.1)	
30	対 照	17	125	89 (7)	4 (0.7)	62 (8)	0.6(0.1)	78 (10)	0.5(0.01)	121 (6)	1.1(0.07)
		19	119	78 (9)	3 (0.7)	77 (4)	0.6(0.04)	97 (9)	0.4(0.03)	127 (3)	1.2(0.03)
	平均	122	83 (8)	3.5(0.7)	69 (6)	0.6(0.07)	87 (9.5)	0.45(0.05)	124(4.5)	1.15(0.05)	
日	高 温	8	125	94 (3)	4 (0.5)	68 (2)	0.5(0.02)	90 (9)	0.4(0.04)	129 (2)	0.9(0.02)
		11	92	75 (15)	2 (0.5)	58 (2)	0.5(0.02)	75 (13)	0.2(0.03)	123 (1)	1.0(0.01)
	平均	109	84 (9)	3 (0.5)	63 (2)	0.5(0.02)	82 (11)	0.3(0.035)	126 (1.5)	0.95(0.015)	

() 内は遊離型

表 7 B₁ 欠乏食飼育成熟シロネズミの体重

環 境	日 番 号	開始時	5 日	15 日	30 日
		対	20	115	123
18	121		128		
14	115		124	135	
15	125		124	136	
17	119		125	139	125
照	19	130	138	145	119
	1	149	154	159	147
	23	155	168	160	126
	24	128	136	137	125
	増加の平均	+8.1	+6.0	-19.6	

この間の体重推移は表 7 の如く暑熱試獣は実験初期 6.4 g の増加後期 21.3 g の減少に対し、対照は夫々 14.1 g の増加 19.6 g の減少であり、暑熱試獣の増加は対照より不良であつた。この実験は 8~9 月に行われたため室温も高く実験条件との差が少な

高 温 高 湿	3	121	124		
	4	137	135		
	5	122	128	134	
	7	128	123	131	
	8	141	143	154	125
	11	122	118	116	92
	10	119	123	125	113
13	140	147	150	133	
増加の平均					+1.4 +5.0 -21.3

かつたため以上の如く両群間の相違が余り現われなかつたのであろう。

4) 暑熱環境下 B₁ 欠乏幼シロネズミの組織 B₁ 量

幼若なものは一般にあらゆる刺激に対し敏感に反応するため暑熱による組織 B₁ 量の変動もよく現われるものと予想し、体重 50 g 前後の幼シロネズミを用い対照室温も湿球温度 15°~20°C の秋から春までの季節を選び 3) と同様の要領で実験を行った。

表 8 B₁ 欠乏食飼育幼シロネツミの組織 B₁ 量

実験 日数	環 境	番 号	体 重	肝		腎		心		脳	
				濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ	濃度 %	含量 γ
3	対 照	95	52	475 (40)	13.0(1.1)	250 (18)	1.8(0.13)	488 (12)	1.7(0.04)	259 (12)	2.6(0.12)
		96	50	474 (37)	12.3(1.0)	288 (12)	1.7(0.07)	325 (19)	1.0(0.06)	234 (18)	2.2(0.19)
		170	53	525	12.8	315	1.8	450	1.2	322	3.2
	平均	52	491	12.7	284	1.8	421	1.3	272	2.7	
日	高 温 湿	93	65	491 (32)	11.2(0.8)	320 (13)	1.9(0.08)	350 (14)	1.0(0.04)	268 (7)	2.8(0.08)
		94	62	399	11.6	275	1.6	325	1.0	288	2.8
		167	42	568 (46)	12.2(1.0)	321 (15)	1.6(0.08)	533 (17)	1.1(0.03)	327 (9)	3.2(0.09)
	平均	56	486	11.3	305	1.7	403	1.0	294	2.9	
7	対 照	84	68	175 (13)	7.2(0.5)	227 (14)	1.8(0.11)	350 (14)	1.0(0.04)	179 (12)	2.0(0.13)
		129	65	234	10.0	203	1.8	233	0.7	258	2.7
		平均	67	204	8.6	215	1.8	291	0.9	218	2.4
	日	高 温 湿	86	56	193	5.2	195	1.4	325	1.0	161
168			55	231 (18)	5.3(0.4)	195 (13)	1.0(0.07)	255 (6)	0.7(0.02)	242 (13)	2.4(0.13)
171			56	213 (21)	6.8(0.7)	177 (14)	1.7(0.13)	225 (19)	0.7(0.06)	273 (19)	2.5(0.17)
85		60	238	6.6	178	1.0	425	1.2	205	2.3	
平均	57	219	6.0	186	1.7	307	0.9	220	2.3		
11	対 照	105	80	126 (23)	4.8(0.9)	75 (2)	0.7(0.02)	161 (17)	0.6(0.07)	170 (4)	2.0
		106	84	107	3.7	83	0.7	210	0.7	186	2.2
		172	68	197	6.2	75	0.6	175	0.6	206	2.3
	平均	77	143	4.9	78	0.7	182	0.6	187	2.2	
日	高 温	126	66	149 (21)	5.1(0.7)	53 (3)	0.5(0.03)	139 (9)	0.5(0.03)	218 (3)	2.4(0.03)
		166	72	215	4.3	113	0.6	210	0.6	203	2.2
		平均	69	182	4.7	83	0.55	174	0.55	210	2.3
	15	対 照	107	80	109	4.3	65	0.6	150	0.5	202
108			70	91 (14)	3.1(0.4)	86 (6)	0.7(0.05)	121 (10)	0.5(0.04)	162 (9)	1.8(0.1)
平均			75	100	3.7	75	0.65	135	0.5	182	2.0
日		高 温	147	58	116	3.1	74	0.4	130	0.4	190
	148		48	105 (15)	2.4(0.3)	80 (0.8)	0.4(0.03)	103 (9)	0.3(0.03)	192 (12)	1.7(0.11)
	平均		53	110	2.8	77	0.4	116	0.35	191	1.8
	20	対 照	145	47	136 (10)	4.5(0.3)	98 (5)	0.5(0.03)	78 (8)	0.2(0.02)	154 (6)
146			49	82	2.8	63	0.4	91	0.2	143	1.5
平均			48	109	3.7	80	0.45	84	0.2	148	1.5
日		高 温	149	62	118	3.0	70	0.5	78	0.2	150
	150		72	86 (12)	2.3(0.3)	89 (4)	0.3(0.02)	168 (11)	0.3(0.02)	180 (13)	1.7(0.13)
	平均		67	102	2.7	79	0.4	123	0.25	165	1.65

25	対照	110	61	44 (12)	1.9(0.4)	33 (2)	0.3(0.02)	25 (3)	0.1(0.01)	99 (3)	1.1(0.03)
		111	54	87	2.3	71	0.4	68	0.1	107	1.0
	平均	58	65		2.1	52	0.35	46	0.1	103	1.05
日	高温	104	85	80 (11)	1.1(0.1)	35 (3)	0.3(0.03)	63 (5)	0.2(0.02)	94 (4)	1.1(0.05)
		102	60	87	2.0	40	0.3	87	0.2	81	1.0
	平均	73	84		1.6	37	0.3	75	0.2	87	1.05
30	対照	123	62	75	1.8	45	0.2	54	0.1	98	0.9
		125	80	82 (7)	1.8(0.1)	52 (4)	0.3(0.02)	66 (7)	0.1(0.01)	101 (3)	1.0(0.03)
	平均	71	78		1.8	48	0.25	60	0.1	99	0.95
日	高温	103	70	56	1.3	36	0.2	43	0.1	83	0.9
		101	63	87 (5)	1.3(0.1)	38 (2)	0.2(0.02)	56 (4)	0.2(0.01)	91 (2)	1.0(0.03)
	平均	67	71		1.3	37	0.2	49	0.15	87	0.95

() 内は遊離型

ただ予備実験で環境温度を急昇させると幼シロネズミは多数死亡したのでこれを防ぐため本実験では第1日湿球温度26°, 第2日27°, 第3日28°Cとし以後28°~30°Cに恒定した。組織 B₁ は実験第3, 7, 11, 15, 20, 25, 30日目に測定した。その結果は表8に示す如く、暑熱試獣の組織 B₁ 濃度および含有絶対量の減少は正常値に比し実験7日目夫々肝で約1/3.5, 腎で1/2.5と1/2, 心で何れも1/2, 脳で何れも3/4となり、30日後には肝で1/10と1/12, 腎で

1/11と1/15, 心で夫々1/18, 脳も夫々1/3.5となつた。対照の組織 B₁ 濃度および含量もほぼ同程度の減少を示したが、肝, 腎の B₁ 含有絶対量は対照より少くその約80%前後であつた。

この実験中の体重は表9に示す如く、暑熱試獣の実験初期の体重増加は12.1g, 実験第2週以後の B₁ 欠乏による体重減少は31.8gで対照の夫々14.5g増加, 42.6gの減少に比し、その増減が軽度であつた。

表9 B₁ 欠乏食飼育幼若シロネズミの体重

環境	番号	日	開始時	日							
				3日	7日	11日	15日	20日	25日	30日	
平 温 湿 対 照	95	51	52								
	96	48	50								
	170	46	53								
	88	53	59	68							
	129	53	62	65							
	105	72	71	85	80						
	106	78	75	85	84						
	172	49	61	67	68						
	107	80	83	92	87	80					
	108	67	66	74	78	70					
	145	41	38	48	55	49	47				
	146	51	58	63	69	58	45				
	110	70	78	82	86	80	69	61			
	111	69	72	79	81	72	64	54			
	123	85	90	97	110	109	92	80	62		
125	91	94	99	110	114	106	97	80			
増加の平均		+3.6+7.5+3.3-5.5-9.8-9.8-17.5									

高 温 高 湿 対 照	93	67	65								
	94	57	62								
	167	45	42								
	86	54	58	57							
	168	47	51	55							
	171	48	52	56							
	85	60	58	60							
	126	58	58	63	66						
	166	52	56	65	72						
	147	46	42	48	52	58					
	148	38	38	44	50	48					
	149	48	45	51	60	62	62				
	150	62	59	67	78	77	72				
	104	98	99	109	111	110	97	85			
	102	85	85	88	85	85	70	60			
103	91	90	97	104	107	100	91	80			
101	86	85	92	97	95	90	80	63			
増加の平均		+0.2+5.4+5.9+0.6-7.5-10.3-14.0									

5) 暑熱環境下低脂 B₁ 欠乏幼シロネズミの組織 B₁ 量

日本人が夏季に脂肪の少ない高含水炭素食を好むために B₁ 消費が増加するものと考えこの実験を試み

表10 低脂 B₁ 欠乏食飼育幼若シロネズミの組織 B₁ 量

実験日数	環境	番号	体重	肝		腎		心		脳	
				濃度 %	含量 %	濃度 %	含量 %	濃度 %	含量 %	濃度 %	含量 %
3	対照	163	58	452	12.2	325	1.9	425	1.3	315	3.1
		164	52	550	12.1	328	1.9	455	1.3	311	3.1
		154	42	628	9.4	330	1.9	338	1.0	289	2.9
	平均	51	543	11.2	327	1.9	406	1.2	305	3.0	
日	高温湿	89	68	317	12.0	260	1.5	450	1.3	225	2.5
		91	68	358	11.8	252	1.7	550	1.6	295	3.2
		161	58	525	12.6	278	1.6	442	1.4	286	3.1
	平均	65	400	12.1	263	1.6	481	1.4	269	2.9	
7	対照	99	78	254	7.8	126	1.1	205	0.7	290	22.1
		100	64	259	5.6	189	0.8	183	0.6	258	2.5
		165	54	325	9.0	104	0.9	265	0.7	232	2.5
	平均	65	279	7.5	138	0.9	217	0.7	260	2.4	
日	高温湿	97	68	253	7.0	126	0.8	205	0.6	190	2.1
		88	72	238	6.3	107	0.7	192	0.7	268	2.9
		160	54	345	6.1	189	1.1	255	0.7	232	2.7
	平均	65	279	6.5	139	0.9	218	0.7	230	2.6	
11	対照	113	53	122	3.5	47	0.4	126	0.3	230	2.4
		114	65	135	4.2	75	0.4	165	0.5	221	2.4
		162	67	199	4.9	101	0.7	210	0.6	218	2.4
	平均	62	152	4.2	74	0.5	167	0.5	223	2.4	
日	高温湿	159	61	165	4.6	112	0.7	165	0.5	208	2.1
		157	70	187	6.3	71	0.5	135	0.4	218	2.4
		158	74	205	4.0	135	0.7	105	0.3	218	2.4
	平均	68	186	5.0	106	0.6	135	0.4	215	2.3	
15	対照	135	77	94	2.3	71	0.6	88	0.2	165	1.8
		136	74	138	2.9	79	0.7	98	0.3	148	1.7
		178	65	103	2.4	73	0.6	91	0.3	169	1.8
	平均	72	110	2.5	74	0.6	92	0.3	159	1.7	
日	高温湿	133	77	83	2.4	48	0.4	88	0.3	198	2.2
		134	77	104	2.7	91	0.6	113	0.4	194	2.1
		179	63	85	2.5	71	0.5	92	0.3	181	2.1
	平均	72	91	2.5	70	0.5	98	0.3	191	2.1	

20	対照	120	41	82	1.8	29	0.2	65	0.2	137	1.4
		119	43	82	1.4	47	0.3	30	0.1	188	1.9
		123	51	75	1.5	35	0.3	42	0.2	151	1.5
平均	45	79	1.6	37	0.3	46	0.2	159	1.6		
日	高温	117	72	79	1.3	39	0.2	72	0.2	144	1.4
		175	60	92	1.7	43	0.1	32	0.1	194	1.8
		平均	66	85	1.5	41	0.15	52	0.15	169	1.6
25	対照	138	93	66	2.6	65	0.3	57	0.2	127	1.5
		139	57	59	1.1	32	0.1	35	0.1	113	1.1
		平均	75	63	1.9	48	0.2	46	0.15	120	1.3
日	高温	116	48	68	1.0	29	0.2	68	0.1	83	0.8
		118	64	54	1.1	59	0.1	44	0.1	99	0.8
		平均	56	61	1.05	44	0.15	56	0.1	91	0.8
30	対照	140	81	78	1.8	40	0.4	49	0.1	92	1.2
		174	60	40	1.4	27	0.2	32	0.1	68	0.7
		平均	71	59	1.6	34	0.3	40	0.1	80	0.95
日	高温	112	62	84	1.1	42	0.3	48	0.1	102	1.1
		176	43	42	1.0	36	0.1	40	0.1	72	0.7
		平均	53	63	1.0	39	0.2	44	0.1	87	0.9

表11 低脂 B₁ 欠乏食飼育幼若シロネズミの体重

環境	番号	日							
		開始時	3日	7日	11日	15日	20日	25日	30日
平温湿	163	48	58						
	164	44	52						
	154	50	42						
	99	65	74	78					
	100	54	61	64					
	165	45	54	54					
	113	49	52	58	53				
	114	62	63	68	65				
	162	50	62	66	67				
	135	77	78	74	84	77			
	136	76	80	90	87	74			
	178	72	80	85	79	65			
	120	42	44	47	58	49	41		
	119	48	54	55	61	57	54		
	123	54	60	65	73	63	51		
138	57	80	88	96	94	90	83		
139	72	79	88	87	81	70	57		
140	90	94	102	117	108	98	86	71	
174	72	80	87	99	91	83	74	60	
増加の平均		+5.3+4.6+4.2-8.2-7.7-10.3-15.0							

高 温 高 湿	89	67	68						
	91	69	68						
	161	59	58						
	97	65	67	68					
	98	68	74	72					
	160	58	54	54					
	159	43	50	55	61				
	157	57	58	65	70				
	158	59	61	72	74				
	133	68	68	74	79	77			
	134	67	72	81	77	77			
	179	58	58	63	65	63			
	117	90	87	96	97	84	72		
	175	61	63	77	86	78	60		
	116	62	55	60	72	63	61	44	
	118	67	69	73	80	75	71	64	
112	67	68	73	75	77	75	68	62	
176	70	68	72	76	77	59	54	43	
増加の 平均	+0.7+5.4+4.3-4.0-9.3-9.0-13.5								

た。実験時の対照の室温は 4) と同様である。前述の低脂島飼食を与えて幼シロネズミを飼育し 4) と同様の要領で実験した。その結果は表10に示す如く、暑熱試獣の組織B₁濃度及び含有量は実験30日目には正常値に比し肝で夫々約 1/13 および 1/15、同様に腎で 1/11 と 1/16、心で 1/16 と 1/19、脳で 1/3.5 と 1/3 であり肝の含量は対照の約70%であったが、他の組織では濃度および含量共両群間に差を認めなかつた。

この実験期間中の暑熱試獣の体重は表11の如く実験初期の増加 10.4 g、後期の減少 35.8 g で対照の夫々 14.1 g の増加、41.2 g の減少に比し 4) の実験と同様その増減が軽度であつた。

総括および考按

日本人の尿中 B₁ 排泄量、血中 B₁ 濃度は夏季に減少するところから B₁ 所要量が夏季に増加するとされており、その原因として高温高湿による B₁ 消費の増加¹⁷⁾、食質の偏向¹⁷⁾²³⁾、B₁ 摂取の減少¹⁸⁾等が挙げられている。私は動物実験により摂取 B₁ 量、飼料等他の条件を一定にし環境温度のみを変化してその B₁ 消費に及ぼす影響を検討してみた。従来かかる動物実験は色々の結果が報ぜられておりある者は高温又は高温高湿環境が動物に B₁ 欠乏症を早く起し¹²⁾⁴⁾⁸⁾、又その B₁ 欠乏症罹患を予防するに大量の B₁ を必要とするといひ¹²⁾、又ある者は反対に高温環境は動物の B₁ 必需量を減少するともい

う¹⁰⁾¹⁴⁾。例えば秋元¹¹⁾ は十姉妹の B₁ 欠乏実験で環境温度を 31°C とすると 17°~10°C とするより欠乏症の発現遅く、生存日数も長いと報告し、Kline 等¹⁰⁾、Edison¹⁴⁾ 等もシロネズミが B₁ 欠乏性神経炎に罹患するまでの日数、欠乏症の B₁ による治癒期間等より高温の方が B₁ 必需量が少いと報告している如きである。

高温高湿の実験動物組織 B₁ 量に及ぼす影響を観察した報告は中村、伊藤、中村、高木等の諸氏をみるが、中村の行つた長期の実験以外は数日以内の短期高温環境の影響を見ているに過ぎずそれ等の成績も一定していない。

中村⁴⁾ は高温高湿環境下でシロネズミに毎日 B₁ 2γ 及び90γ を与えつつ45日間に亘つてその組織 B₁ 濃度を測定し、2γ 投与の場合のみ45日後に至つて筋、肝、心の B₁ 濃度が平温環境の対照より少なかつたと報告した。しかしこの B₁ 定量はブタノール予浸法によつたものである。

本実験では暑熱環境下普通食投与のシロネズミの肝、心の B₁ 濃度及び含量は実験第5日目に約20%の減少を示し15日以後では旧に復した。但し肝の B₁ 含有量のみは30日後に至るも対照に比し約10%少なかつた。この現象は暑熱による B₁ 消費の増加と之に対する慣れの調節によるのかもしれない。成熟シロネズミを島蘭氏 B₁ 欠乏食群で飼育した場合には暑熱群と室温群の間に組織 B₁ 量並に濃度の差が認められなかつたがそれは夏季であつたため対照室温が高かつたためと考えられる。

次に秋から冬へかけ対照室温湿球15°~20°C 条件の下で幼若シロネズミを飼育した場合肝、腎の B₁ 量は暑熱群が対照群の 80% に減少した。但し B₁ 濃度には差がなかつた。この事は暑熱群の臓器重量が減少している事を示す外に特別の意義を示さない。

同様の実験を低脂島飼食で行うと組織 B₁ 濃度及び含量の減少程度は普通 B₁ 欠乏食群のそれよりやや強度であつた。これは脂肪の B₁ 節約作用が除かれたためであろう。

田所及び西田は B₁ 欠乏シロネズミ体重減少は 31°C 環境下の方が 9°C 環境下のものより軽く少なかつたといひ、かつ死亡率も低かつたと報告し、小坂⁸⁾ は B₁ 欠乏人体実験に於て夏季には63日間耐えられたが、冬期には54日間で全身痙攣を来し実験継続に耐えられなかつたと報告している。一般に新陳代謝は快感温度に於て最も低くそれより低温でも高温でも増進するといわれているが、シロネズミが生

活に耐えうる温度の上限は乾球28°C³¹⁾とされ、本実験の如く湿球温度28°~30°C、湿度90%以上の環境条件では、動物の温熱放散は極度に制限されるため従つて熱産生も抑制され、更に摂食量も減少し、之等と関聯して B₁ 消費も減少するのではなからうか。かく暑熱試獣の B₁ の消費が節約されるため B₁ 濃度はよく維持され体重減少度も比較的少く B₁ 欠乏によく耐えられる如き観を呈するのではなからうか。

これらについては更に尿中排泄 B₁ 量、摂食量、ピラミン排泄量等を測定し検討する予定である。

なお脳の B₁ 濃度及び含量は実験期間中最も変動が少く、中枢神経系に於ける B₁ 作用の恒定性が大い事を思わしめた。

結 論

高温高湿環境の B₁ 代謝に及ぼす影響を知るために白鼠を一定の暑熱環境下で各種食飼を以て30日間亘り飼育しその組織 B₁ 量および体重の消長を追跡検討し次の結果を得た。

1) 暑熱環境下普通食飼育シロネズミの組織 B₁ 濃度および含量は実験開始5日目に一時的に減少するが、その後経過につれて濃度は正常値に回復する。但し肝の B₁ 絶対量のみ30日後もなお正常値より低値を示した。

2) 暑熱環境下幼シロネズミに島菌 B₁ 欠乏食、或は低脂島菌 B₁ 欠乏食を与えつ30日間飼育した際その組織 B₁ 濃度の減少は共に平温環境下飼育対照獣のそれと差を認めなかつた。しかし暑熱群の肝の B₁ 含量のみは夫々の対照より何れも低値を示した。

3) 暑熱環境下低脂肪食飼育幼若シロネズミの組織 B₁ 濃度及び含量は B₁ 欠乏島菌食試獣のそれに比し減少が著しかつた。

4) 暑熱環境下に於て各種食飼により飼育したシロネズミの体重増加は平温環境下に於ける夫々の対照に比し著しく不良であつた。但し幼シロネズミに B₁ 欠乏食を与える時の体重減少は暑熱環境下の方が平温対照獣より軽度であつた。

6) 脳の B₁ 量及び濃度の変動は両環境共に各実験期間を通じて他の組織に比し著しく少なかつた。

欄筆するに当り懇篤なご指導ならびにご校閲を賜つた恩師浜本教授に対し厚く御礼申し上げます。

(本論文の要旨はビタミン B 研究委員会第74回(昭和29年11月)、第81回(昭和30年9月)協議会の席上で発表した)

文 献

- 1) 田坂：東京医会誌，52，706（昭和13）
- 2) 田坂：東京医事新誌，2830，2858（昭和8）
- 3) 小坂：慶応医学，7，1689（昭和2）
- 4) 中村：海軍々医会誌，32，733（昭和18）
- 5) 岩元：国民衛生，18，23（昭和16）
- 6) Mills, C. A. : Am. J. Physiol. 133, 390, 525 (1941)
- 7) Mills, C. A. : Nntr. Rev. 4, 95 (1946) 2, 127 (1944)
- 8) 田所，西田：医学と生物学，3，139（昭和18）
- 9) 福井：海軍々医会誌，25，493（昭和11）
- 10) Kline, O. L., Friedman, L., Nelson, E. M. : J. Nutr. 29, 35 (1945) Nutr. Rev. 3, 187 (1945)
- 11) 秋元：国民衛生，5，213(1928) 5，736(1928)
- 12) Hegsted, D. E., Mc Phee, G. S. : J. Nutr. 41, 127 (1950)
- 13) Holt, L. E. Tr., Najjar : Nutr. Rev. 1, 264 (1943)
- 14) Edison, A. O., Silber, R. H., Tennant, D. M. : Am. J. Physiol. 144, 643 (1945)
- 15) 小川：北越医会誌，59，8（1944）
- 16) 川崎：B₁ 委員会記事（1945）
- 17) 池畑：ビタミン6冊，335（昭和22）ビタミン，3，36，104，212（昭和25~26）
- 18) 武田：新潟医会誌，61，246（1947）
- 19) 中川：ビタミン，2，53（昭和25）
- 20) 大柴：ビタミン，3，36（昭和25~26）
- 21) 島菌：ビタミンB群とビタミン B₁ p. 80（昭和25）
- 22) 高川：ビタミン，7，583（昭和29）
- 23) Gruber, C. A. : Biochem. Biophys. Acta 9, 333 (1952)
- 24) 和田：ビタミン，5，12（昭和27）
- 25) 伊藤，町田：ビタミン，7，76（1954）
- 26) 中村，青木：ビタミン，8，479（1955）
- 27) 高木：労働科学，28，41（昭和27）
- 28) 島菌：ビタミンB群とビタミン B₁ p. 76（昭和27）

和25)
29) 川崎：ビタミン研究，第1輯，1 (1946)

30) 茶珍，足利：B₁ 委員会記事 (1948)
31) Goto : Bioch. Z. 135, 107 (1923)

Studies on the Influences of Hot and Highly Humid Environment on the B₁-Metabolism

Part 1. The tissue B₁-content in the albino rats fed B₁-deficient diet under hot and highly humid environment

By

Masamichi Hohgaku

Department of Pediatrics Okayama University Medical School
(Director: Prof. Eiji Hamamoto)

With the purpose to determine the influences of hot and highly humid environment on the B₁-metabolism the author pursued the changes in the tissue B₁-content and body weight in albino rats fed various foods for 30 days under a fixed hot environment and obtained the following results.

1. The concentration and quantity of the tissue B₁ in the albino raised with common foods under hot environment decreased temporarily 5 days after the start of experiment, but thereafter with the lapse of time the B₁-concentration gradually returned to the normal level. However, the absolute B₁-content in the liver alone remained at a low level even 30 days later.

2. When young albino rats were raised with Shimazono B₁-deficient diet or with low fat Shimazono B₁-deficient diet for 30 days under hot environment, the decrease in the tissue B₁-concentration showed no significant difference from that in the control group raised under the normal environment. However, the B₁-content in the liver of all those raised under the hot environment alone showed a lower value than in the control group.

3. The tissue B₁-concentration and quantity in the young albino rats raised with the low fat diet under the hot environment showed markedly lower values than those observed in the group raised with the B₁-deficient Shimazono diet.

4. The gain in the body weight of the albino rats raised with various foods under hot environment was markedly poorer than that in the control group raised under the normal environments. However, the loss in the body weight of the young albino rats fed B₁-deficient diet was less in the group raised under the hot environment than that in the control raised under the normal temperature.

5. The fluctuations in the B₁-content and concentration of the brain were remarkably small throughout the experiment in both environmental conditions when compared with those of other tissues.
