

Donaggio 反応に関する実験的研究

第2篇 長時間筋作業時における Donaggio 反応値の変動について

金沢大学医学部生理学教室(主任 斎藤教授)

櫻 井 昭 光

Akimitsu Sakurai

(昭和28年8月30日受附)

(本論文要旨は昭和28年8月30日第7回近畿生理学談話会に発表した)

I. 緒 論

運動疲労及び産業疲労測定のために Donaggio 反応(以下D反応と略す)は現今多く利用され研究されている。例えば、Donaggio¹⁾、Rendel²⁾、佐藤等³⁾⁻⁵⁾は「スポーツ」について、佐藤(宏)¹⁰⁾、小森等¹¹⁾⁻¹⁴⁾は強行軍について、斎藤¹⁵⁾、平和等¹⁶⁾⁻²²⁾は筋肉労働及び産業疲労等における Donaggio 反応値(以下D値と略す)の変動について報告している。しかし乍ら、それらの多くは第1篇にも述べたように、そのD値と尿中に排泄された Donaggio 反応陽性物質(以下D物質と略す)との間の量的関係が明らかでない旧法によるものであり、且つ何れも運動や労働の前後におけるD値を比較しているに止まり、作業時のD値及びその時間的の変動の経過については詳細な研究がなされていない。その後、佐藤¹⁰⁾によりD反応標準法が考案発表された。本法は反応値と反応陽性物質の濃度と

の間に直線関係が成立する所に特徴があるが、本法を用いた研究業績は今日未だ非常に少ない。ただ佐藤¹⁰⁾はD反応標準法により日常炎天下の実習に出る学生10名の平均は 6.1 ± 1.9 で、鉛を扱う工具6名で 7.0 ± 1.9 、他の鉛工5名で 7.0 ± 1.7 で、鉛工は他の種の工具より高値を示したと報告し、又下川等²⁰⁾は短時間の自転車エルゴメーター上の激しい筋作業時におけるD値の変動をD反応標準法によつて、量的並びに時間的に追求して報告している。そこで筆者は長時間に亘る筋作業時におけるD値の変動を詳細に調べるために、長距離歩行及び工場労働、土工等の作業中のD値を時間的に追求し、兼ねてより吾々が疑問としていた疲労判定法としてのD反応の価値の実験的批判を試み、同時に作業強度とD値増加との関係を統計的に検討した。

II. 実験方法及び実験成績

D値測定は第1篇と同様、中山の改良法²³⁾によつて行つた。

A. 長距離歩行時におけるD値の変動

ここに述べる長距離歩行実験はこのD反応研

究の目的で5月5日企図されたものである。被検者は13名の健康な成人男子(21~28歳)で、何れも当生理学教室員或いは医学部学生で本研究に十分な理解と興味を有する人々であるか

ら、採尿、測定は実験室内における場合と変らない理想的条件の下に実施することが出来た。歩行程は西金沢より湯涌温泉までの 21.5km で、午前の行程は金沢市内、晝食を当教室でとり、午後は幾分登り勾配のある街道を行進した。その「スケジュール」は次のようである。

- (1) 午前9時~10時 西金沢にて1時間安静 (9時に排尿して10時に採尿し、これを運動前安静時尿とした)
- (2) 午前10時 出発 11時に金沢市六枚町着、採尿 (この間の距離は約 5km)
- (3) 正午 大学着 採尿 (距離は約 4km)
- (4) 12時40分 大学発 (この間に中食をとり、出発直前に採尿し、これを途中休憩時尿とした)
- (5) 午後1時40分 館附近着 採尿 (距離は約 4km)
- (6) 午後2時40分 市瀬附近着 採尿 (距離は約 5km)
- (7) 午後3時30分 涌湯着 採尿 (距離は約 3.5km)
- (8) 午後4時30分まで1時間屋内で安静に

し、採尿、これを運動後安静時尿とした。

しかし乍ら、各区間の採尿及び処理に約10~15分の休憩を要したため、実際には50~45分間で上記の距離を歩行したことになる。

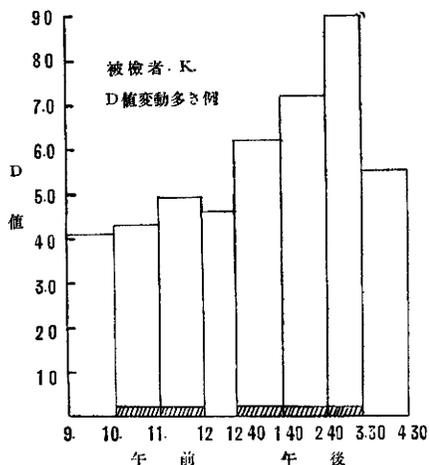
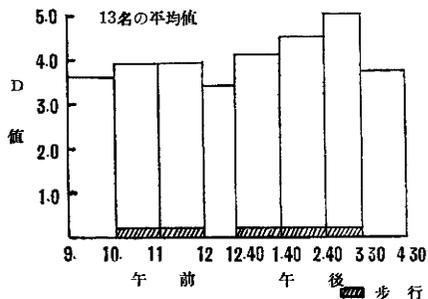
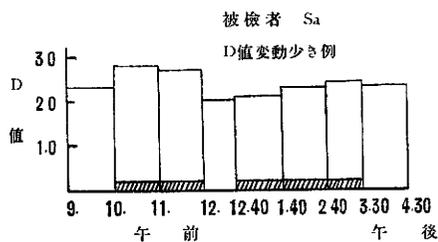
その成績は第1表で示される。各区間のD反応値の平均値を図示すれば第1図となる。13名の被検者は何れもこの歩行により最後には非常に強い疲労に陥つたが、この表にみられるように、D値は或る者では終始殆んど変化しなかつたが、又或る者では著明な上昇を示した。このようにD値にもその逐時的変動の経過にも可成り著しい個人差が認められる。しかし乍ら13例の成績を総合して推計学的な処理を加えると興味ある所見が得られる。即ち出発前、中食、終了後の安静時におけるD値は略々一定し、歩行時の値よりも低くなつてゐる。歩行を中止すると急にD値が低下する。五つのコースの歩行時のD値を比較すると、あとになる程大きくなる等である。

これらの実験所見に対しては考按の章で若干の考察を加える。

第1表 歩行時におけるD値の変動 全行程 21.5km

時 間	午前9時-10時	10時-11時	11時-12時	12時-12時40分	12時40分-1時40分	1時40分-2時40分	2時40分-3時30分	3時30分-4時30分
場 所	西金沢	金沢市六枚町	大 学	中 食	館	市ノ瀬	湯 涌	到着後安静時
距 離	出発前安静時	5Km	4Km		4Km	5Km	3.5Km	
下 川(28歳)	3.0	4.0	4.4	4.5	4.3	5.7	5.4	4.5
関 口(28歳)	2.8	3.9	3.8	2.4	3.8	3.8	3.7	2.7
辻 (26歳)	2.7	2.9	2.5	2.8	3.0	3.0	2.6	2.3
櫻 井(26歳)	2.3	2.8	2.7	2.0	2.1	2.3	2.4	2.3
西 田(24歳)	4.7	3.1	2.8	2.8	4.3	5.0	5.2	3.4
菓子井(23歳)	4.6	3.8	4.0	3.1	4.1	4.9	3.7	3.9
沼 田(23歳)	2.3	2.4	3.0	2.9	3.0	3.2	3.6	3.0
柳 沢(22歳)	2.2	3.1	2.9	2.7	3.0	4.0	6.5	4.0
河 内(22歳)	4.1	4.3	4.9	4.6	6.2	7.2	9.0	5.5
大 塚(21歳)	5.9	6.2	6.5	4.8	4.9	6.3	8.3	5.8
高 野(21歳)	4.6	5.5	4.6	4.6	5.1	5.0	5.8	4.2
松 田(21歳)	3.8	4.0	4.1	3.0	3.8	4.1	4.6	4.0
石 川(21歳)	3.1	4.5	4.1	4.2	4.8	3.5	3.5	2.1
平 均 値	3.6	3.9	3.9	3.4	4.1	4.5	5.0	3.7

第1図 歩行時D値の時間的経過



強度に従つて、鑄造部、組立部、旋盤部、事務の4種に區別し、以下のD反応に関する測定を行つた。

(i) 作業前及び作業時間中におけるD値の変動

各職種から10名づつを選び、午前7時に排尿させ午前8時に採尿して作業前の尿とし、作業中は2時間毎に採尿してこれらのD値を測定した。(但し、中食時間は45分間で、午後4時45分より6時45分までは残業時間である。)その測定値は第2表、各時間区間の平均値を图示すると第2図となる。

(a) 鑄造工 (第2表I, 第2図I参照)

4種の職種の中では最も強い筋作業を伴うものである。

B. 工場労働におけるD値の変動

1) 男子労働者

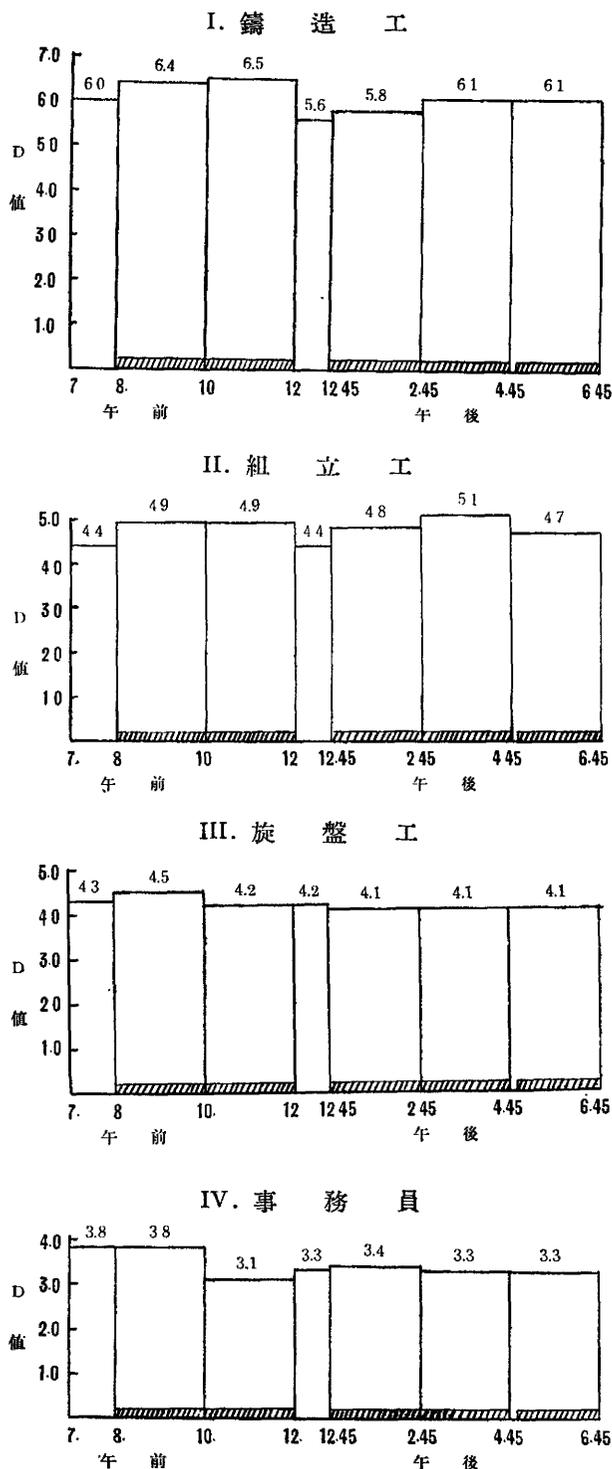
市内の某織機製造工場において従業員を作業

第2表 I 鑄造工10名のD反応値

時間	午前7時~8時	8時~10時	10時~12時	12時~午後12時45分	12時45分~2時45分	2時45分~4時45分	4時45分~6時45分
年齢	作業前	作業		中食時	作業		残業
29歳	5.3点	5.7	6.6	5.8	4.6	4.6	4.2
34	4.9	5.2	4.4	4.3	5.0	4.5	4.7
35	5.2	5.7	5.7	5.6	5.0	4.3	4.4
36	5.9	6.9	7.2	8.1	9.2	10.8	8.4
42	6.6	6.4	5.7	4.2	6.1	6.7	5.8
44	6.0	5.8	7.0	4.5	4.1	4.2	4.6
45	4.7	6.1	5.8	4.5	5.3	5.9	5.6
46	6.4	5.8	6.8	5.4	5.3	5.8	9.3
52	6.0	5.5	5.8	4.2	3.8	4.5	4.6
55	9.0	10.7	10.0	9.0	9.2	10.0	9.2
平均値	6.0	6.4	6.5	5.6	5.8	6.1	6.1

総平均値 6.1点 作業時平均値 6.2点

第2図 男工の作業時D値の時間的経過



第2表Iに示された通りD値には若干の個人差はあるが、何れもこれまで述べてきた学生、研究室勤務者に比して全般的に著しく高い(全平均6.1)が目立っている。作業時のD値変動は小さい。各時間区間の平均値についてみると最低は中食休憩時間、最高は午前10時~12時の区間であるが、長距離歩行実験と異なつて作業前及び休憩時のD値が非常に高く、且つ作業時のD値と大差がない。作業時のD値の総平均は6.2点となる。

(b) 組立工(第2表II, 第2図II参照)

鑄造工に次で強い筋作業を行う職種である。

その作業中及び作業前と休憩中のD値変動は鑄造工に比べると總体的に値は低い、その変動の様子はよく似ている。ただ最高平均値が午後の区間にみられる点が異なるだけである。作業時の総平均値は4.9点であつた。

(c) 旋盤工(第2表III, 第2図III参照)

組立工より更に筋作業の少ない職種である。

作業時と休憩時との間に殆んどD値には差が認められなくなり、全体を通じてD値の変動が非常に少ない。又作業中で最高値を示した午前8時~10時の作業開始時でも4.5点を示したに過ぎず、一般にD値は低くて特に作業後半は4.1点によく一定している。なお、この作業中の総平均値は4.2点、前二者より低い値を示す。

(d) 事務員(第2表IV, 第2図IV参照)

第2表 II 組立工10名のD反応値

時 間	午前 7時～8時	8時～10時	10時～12時	12時～ 午後12時45分	12時45分～ 2時45分	2時45分～ 4時45分	4時45分～ 6時45分
作業 年齢	作業前	作 業		中 食 時	作 業		残 業
20歳	4.2点	3.9	3.9	3.6	3.2	4.5	4.2
20	3.8	4.6	5.8	4.1	3.8	4.3	4.0
21	3.5	3.9	3.1	3.1	3.2	2.9	2.8
24	2.6	3.6	3.8	3.2	3.8	5.0	3.9
29	1.6	2.3	2.1	3.0	5.0	4.9	4.7
31	6.5	10.5	10.1	9.1	10.3	10.7	9.3
31	4.3	4.7	4.5	4.0	3.8	3.8	3.9
33	4.7	4.7	5.9	4.4	6.1	6.3	5.7
42	5.9	4.8	4.8	5.4	4.9	4.7	4.5
44	7.0	6.2	4.6	4.4	4.3	4.0	4.3
平均値	4.4	4.9	4.9	4.4	4.8	5.1	4.7

総平均値 4.8点 作業時平均値 4.9点

第2表 III 旋盤工10名のD反応値

時 間	午前 7時～8時	8時～10時	10時～12時	12時～ 午後12時45分	12時45分～ 2時45分	2時45分～ 4時45分	4時45分～ 6時45分
作業 年齢	作業前	作 業		中 食 時	作 業		残 業
25歳	2.3点	2.9	2.7	2.7	2.9	2.7	2.6
28	7.8	6.8	6.1	6.1	5.8	6.2	6.5
30	2.7	5.9	2.9	2.0	2.6	2.6	2.5
31	5.9	5.9	5.5	5.8	5.0	4.8	6.1
34	4.0	4.0	4.1	4.0	4.1	4.3	3.7
38	4.1	2.8	2.6	2.7	3.3	3.0	2.7
39	4.1	4.1	4.1	4.3	4.2	4.1	4.1
41	4.0	4.3	3.8	4.5	4.0	3.8	3.0
41	3.9	4.0	3.9	3.7	2.9	2.8	3.0
51	4.0	4.0	6.5	6.5	6.5	6.2	6.5
平均値	4.3	4.5	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1

総平均値 4.2点 作業時平均値 4.2点

この種の作業では、作業時と休憩時とのD値の間には全く差がみられなくなり、全体を通じて前三者よりD値が低くて、最高値を示した午前7時～10時でも3.8点に過ぎず、以後は作業時、休憩時を問わず殆んど一定した値を示して変動が少ない。又この作業中の総平均値は3.4点で、研究室勤務者及び成人男子の安静時の平均値とよく一致し、他の労働者のD値より遙か

に低い。

(ii) 一定作業時間におけるD値

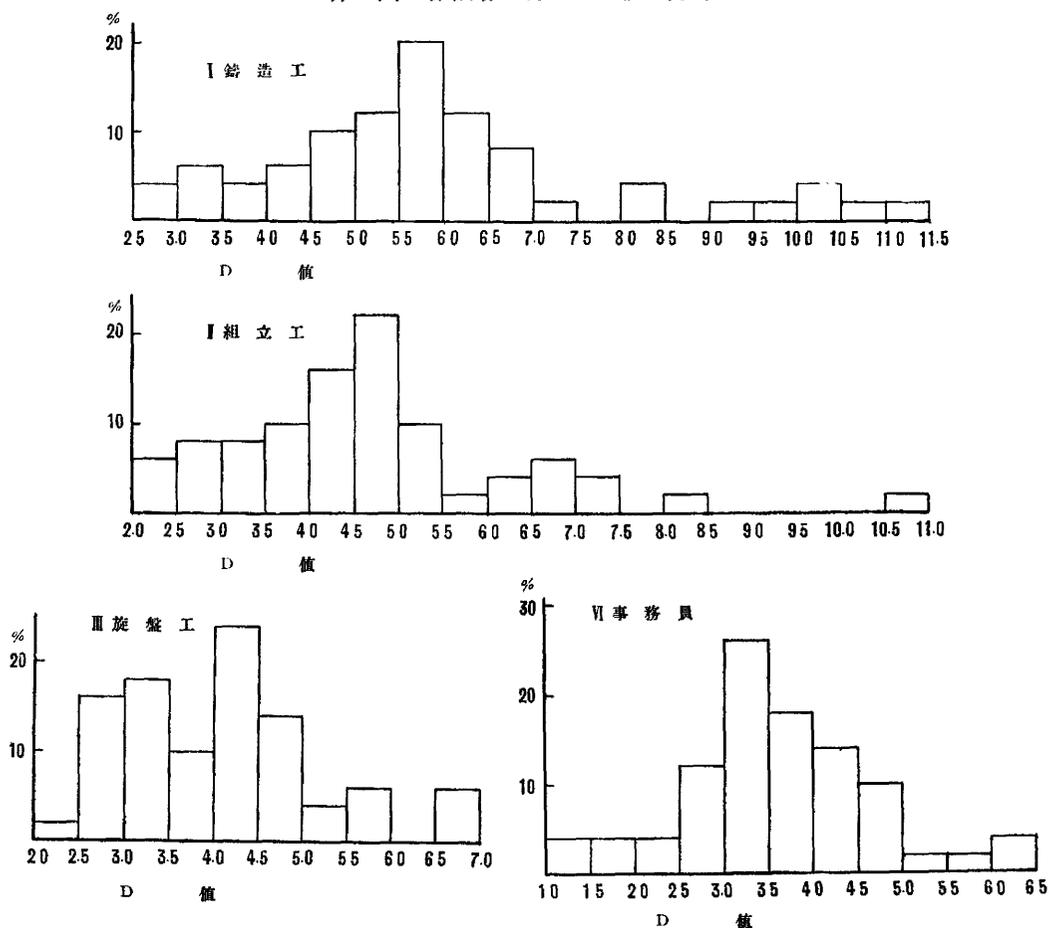
(i) の実験で職種によつてD値に差のあることが推測されたので、これを確かめるために各職種から50名づつ選び、午前8時から10時までの作業中の尿を採り、D値を測定し、各職種におけるD値の平均値とその散布範囲を求めた。その成績から「ヒストグラム」で表わしたもの

第2表 IV 事務員10名のD反応値

時 間	午前 7時～8時	8時～10時	10時～12時	12時～ 午後12時45分	12時45分～ 2時45分	2時45分～ 4時45分	4時45分～ 6時45分
作業 年齢	作 業 前	作 業		中 食 時	作 業		残 業
20歳	4.6点	4.5	3.0	3.1	3.1	2.7	3.1
33	3.1	2.1	2.0	2.0	1.9	2.0	1.9
34	4.2	4.1	3.1	4.1	4.0	3.2	3.4
36	3.4	3.4	1.9	1.9	2.1	2.9	2.8
41	5.4	5.9	3.6	3.8	4.2	2.9	2.9
42	3.2	3.2	3.1	3.6	4.4	4.7	4.3
45	2.1	4.8	4.3	4.9	4.5	6.2	3.2
52	4.5	3.0	2.5	3.6	3.7	2.7	4.4
53	4.3	3.8	4.6	3.2	2.9	2.9	3.3
68	3.6	3.2	3.0	2.9	3.4	3.2	3.5
平均値	3.8	3.8	3.1	3.3	3.4	3.3	3.3

総平均値 3.4点 作業時平均値 3.4点

第3図 各職場に於けるD値の分布



を第3図に示した。

(a) 鑄造工

この作業に従事する労働者の中、D値の最低値は2.7点、最高値は11.0点で個人差が非常に大きい。5.5点より5.9点級間のものが最も多くて20%を占め、この平均値は5.9点である。これより母平均の信頼限界を求めると、5%の危険率において、 $6.5 \geq m \geq 5.3$ で、これは(i)の実験で得た値と一致する。

(b) 組立工

この作業におけるD値の最低値は2.1点、最高値は10.5点で(a)と同様に個人差は大きい。最も多いのは4.5点から4.9点級間のもので22%を占めた。而してこの平均値は4.6点。これより母平均の信頼限界を求めると、5%の危険率において、 $5.1 \geq m \geq 4.1$ で、これは(i)の実験で得た値と一致し、鑄造工との間には5%の危険率において有意の差が認められた。

(c) 旋盤工

この作業におけるD値の最低値は2.4点、最高値は6.8点で、前二者に比べて最高値は低い。最も多いのは4.0点から4.4点級間のもので24%を占めた。而してこの平均値は4.1点。これより母平均の信頼限界を求めると5%の危険率において、 $4.4 \geq m \geq 3.7$ となり、(i)で得た値と一致するが、組立工との間には5%の危険率において有意の差が認められない。

(d) 事務員

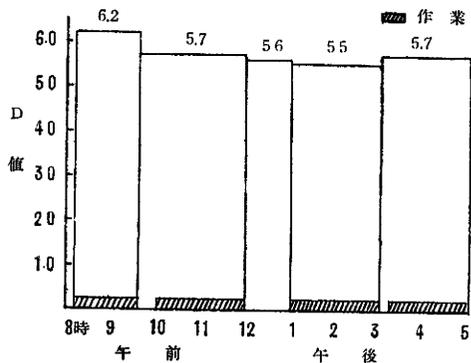
この部のD値の最低値は1.0点、最高値は6.2点で、最も多いのは3.0点から3.4点級間のもので、26%を占めた。而してこの平均値は3.5点。これより母平均の信頼限界を求めると5%の危険率において、 $3.8 \geq m \geq 3.2$ となり、これは(i)で得た値及び成人男子安静時の値とよく一致する。又旋盤工との間には5%の危険率において有意の差が認められた。

以上の成績より作業の軽重によつて職種によりD値に差違のあることが確かめられた。

2) 土木作業におけるD値

被検者は貯水池掘り作業に従事した土工6名(年齢21~49歳)で、測定時間は次のように区分し、その成績から各時間区間の平均値で表わしたものを第4図に示した。

第4図 土工の作業時D値の時間的経過



- (1) 午前8時10分~9時40分 (午前前半)
- (2) 午前9時40分~正午 (午前後半)
- (3) 正午~午後1時 (中食時間)
- (4) 午後1時~3時 (午後前半)
- (5) 午後3時~5時 (午後後半)

この種の作業においても、作業中のD値の変動は一般には少ないが、最高値を示したのは午前前半で6.2点で、最も低いのは午後前半の5.5点であった。しかし乍ら個々にみた場合には、前記工場の労働者の場合と異なつて相当変動の激しい者もあり、作業中5点もD値の変動した例があつた。又休憩時(中食時)のD値も一般に高くして作業時のD値とあまり差がないが、1名を除いては大體低くなる傾向があつた。又この場合も個人差は相当あるが、特に作業時間の経過と共にD値が漸次増加するものと低下するものとが認められた。なお、この作業中の総平均値は5.6点で、この値は工場労働の鑄造工のD値に匹敵する。

3) 女子労働者

被検者は市内の某撚糸織物工場の従業員で、職種別に織布女工と撚糸女工に分け、各々を更に熟練工(経験3年以上、年齢19~30歳)と未

熟練工（1カ月前に入社，年齢16～18歳）とに分けて以後の実験を行った。

(i) 作業前後及び作業時間におけるD値の変動

各例何れも10名について作業中及び作業前後のD値を測定した。測定時間は次のようにし、その成績から各時間区間の平均値で表わしたものを第5図に示した。

- (1) 午前6時半～7時半（作業前安静時）
- (2) 午前7時半～9時半（午前前半）
- (3) 午前9時半～正午（午前後半）
- (4) 正午～午後1時（中食時）
- (5) 午後1時～3時（午後前半）
- (6) 午後3時～4時半（午後後半）
- (7) 午後4時半～5時半（作業後安静時）

但し、織布熟練工のみ（7）は4時半～6時半（残業）である。

なお、被検者はすべて寄宿舎生活者である。

(a) 織布女工

(イ) 熟練工

作業中のD値は一般にあまり高くなり、最も高いものでも午前前半の3.1点に過ぎず、作業中のD値の変動も少なく、個々にみた場合にも1点以内の変動を示したに過ぎない。又作業時と休憩時の差も殆んど認められないが、全般を通じて最低値を示すのは中食時で、この例でも残業時のD値は高くない。なお、この例の作業中の総平均値は2.9点であるが、成人女子の安静時のD値に比べて特に高い値ではない。

(ロ) 未熟練工

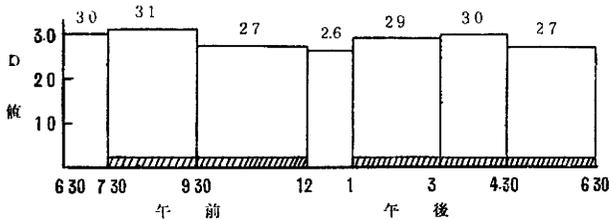
この例では一般に前者よりD値は低く、最も高い午後後半でも2.7点を示すに過ぎず、作業中のD値の変動は極めて少ない。しかし乍ら作業時は休憩時のD値より僅かに高く、而も休憩時のD値は2.0～2.1点でよく一定している。又この例の作業時の総平均値は2.4点で前者より低いが、成人女子の安静時のD値と一致する。

(b) 撚糸女工

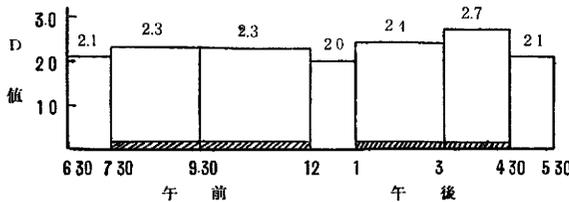
(イ) 熟練工

この例もD値は一般に低くて変動が少なく、作業中で最も高い午後前半でも2.5点で、これは作業前安静時と同

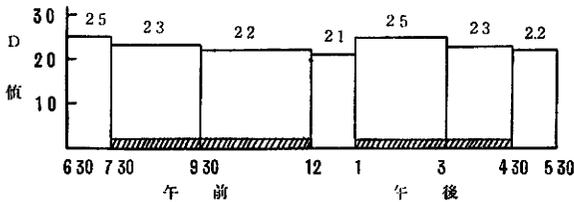
第5図 女工の作業D値の時間的経過
織布女工（熟練工）



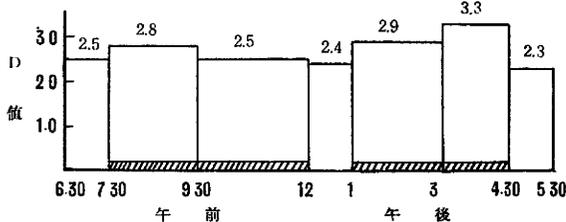
織布女工（未熟練工）



撚糸女工（熟練工）



撚糸女工（未熟練工）



値で、この場合も (a) (イ) と同様に作業時と休憩時との差が明らかでない。又この例の作業中の総平均値は 2.3 点である。

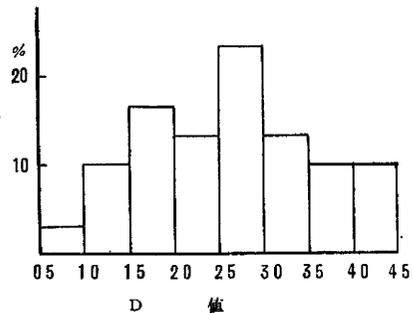
(ロ) 未熟練工

この例でも D 値は一般にあまり高くないが、最も高いのは (a) (ロ) と同様に午後後半で D 値は 3.3 点である。又この場合も作業時の D 値は休憩時よりも僅かに高いが、D 値の変動は少ない。この作業中の総平均値は 2.9 点で (a) (イ) と同値である。

(ii) 一定作業時間における D 値

(i) の実験で各例の間に著明な差がみられなかつたので、この測定は織布熟練女工のみについて行つた。(この際の被検者は通勤者も含めて 30 名である) 実験は午前 7 時半から 9 時半までの作業中の尿を採り D 値を測定し、それより D 値の平均値とその散布範囲を求めた。その成績から「ヒストグラム」で表わしたものを第 6 図に示した。

第 6 図 織布女工の D 値の分布



この作業における D 値の最低値は 0.9 点、最高値は 4.1 点で、個人差はあるが、最も多いのは 2.6 点から 2.9 点級間のもので 23.3% を占めた。而してこの平均値は 2.6 点で、これより母平均の信頼限界を求めると、5% の危険率において、 $2.9 \geq m \geq 2.2$ となり、これは (i) で得た値及び成人女子の安静時の値とよく一致する。

III. 考

本実験においては比較的長時間の筋作業、工場労働の際の D 反応値を測定した。本実験においても、前報の安静時の D 反応値と同様、作業時の D 反応値の可成り著明な個人差と、同一個人については或る程度の D 反応値の恒常性が認められる。又筋作業が極軽度な場合、例えば事務員、織布撚糸の女工等にあつては終日 D 反応値は安静時と変らぬ値を示しているが、作業が或る程度以上強くなると、初めて尿 D 反応値の上昇をみるようになる。この所見は先に当教室の下川等³⁰⁾の自転車エルゴメーター上の作業における D 反応値の実験成績とも一致する。故にここでは D 反応値の上昇する場合について若干の考察を加えることにする。

先ず長距離歩行実験の成績をみると、被検者は何れも長距離歩行には馴れない者ばかりで、今回の実験の終了時には非常に強い疲労感を覚えたものであるが、歩行を終了するや直ちに D 反応値は出発前の値に復帰している。中食休憩

接

の際にも同様、運動を休止すれば D 反応値は直ちに低下して出発前の値に戻っている。斯る実験所見は D 反応値は筋作業の結果発生する疲労とは無関係で、むしろ筋作業自体と何らかの関連の存在を想像させるものである。下川等³⁰⁾の実験においても自転車エルゴメーター上で中等度強度の作業を長時間継続すると、初期に D 反応値は増大するが、作業を継続していても D 反応値は逕減する所見を得ているが、これも D 反応値と疲労に直接的なつながりのないことを示すものと考えられる。

歩行時の D 反応値は時間の経過と共に漸増の傾向を示している。これは歩行の疲労が増すに従つて筋の作業能率が次第に悪くなり、終点に近づくに従つて歩行のために強い筋作業を必要とする結果ではないかと考えられる。吾々は斯る間接的な意味での D 反応値と疲労の関連を想定している。筋作業が或る程度以上になれば、D 物質の排泄を増すことは疑を容れないが、そ

の排泄量変動の機転については今日なお憶測の範囲を出ない。吾々は筋作業に伴う Stress が D 物質の排泄を増すと考えるに止める。

織機工場の労働者についての計測を吟味すると、D 反応値は明らかに作業強度の大きな職種ほど大きくなっている。即ち鑄造工>組立工>旋盤工>事務員。そして事務員の D 反応値は丁度受講中の学生や研究室勤務者のそれに匹敵している。筋肉労働者の 1 日の D 反応値をみると、作業時は勿論高い D 反応値を示すが、作業前や中食休憩時においても作業時に比して稍々低いが、これと大差のない高い値を示している点が先の長距離歩行実験の成績と異なっている。又前記 4 種の職種の労働者の作業前の D 反応値を比較しても、鑄造工の値は他の職種の者に比して明らかに高いことが証明される（危険率 5%）。即ち重筋労働者は作業時、安静時を通じ全体として D 反応値の水準が事務員、学生等の軽作業者に比して高まっていると見做すことが出来る。これは物質代謝又は腎機能の重筋

作業に対する順応現象と関連するものかも知れないが、彼等の休日における D 反応値が軽作業者のそれより高い値に止まるかどうかはこの問題に関し興味ある解答を与えるであろう。しかし、今回はこれを調査する機会を得なかつた。4 種の職種ともに 1 日の作業経過に伴う D 値増減の一定の傾向を認めることは出来なかつた。先ず作業中は略々一定に保たれるものといえよう。

貯水池掘り作業の土工についての測定成績にも、上と同様の考察が当てはまる。

これらの成績より尿の D 反応標準法値は労働者の筋作業強度の判定に役立つものではないかと想像する。そして最重労働と呼ばれる職種においては平均 6 点前後の D 値を示すものと思われる。

織布、撚糸女工の労働はその強度が D 反応値の上昇を来す程度に至らないのであろう。受講中の女子学生の D 反応値と一致する値を示している。

IV. 総括

比較的長時間に亘る筋作業時の尿 Donaggio 反応値を標準法によつて観察した。この場合も安静時の際と同様 D 値の水準には個人差が相当認められるが、多数測定の平均値について次の実験所見が得られた。

1) 教室員及び学生 13 名の長距離 (21.5km) 歩行時の D 値測定の結果、歩行中は安静時の値より稍々高く、時間と共に漸増の傾向を示す。しかし歩行を中止すると甚だしい疲労感があるにも拘わらず急速に安静時の値に戻る。

2) 工場労働者及び土工について観察した結果、次の所見を得た。

i) 筋作業強度が或る程度以下の場合には吾々軽筋作業者の D 値と変らない。

ii) 或る程度以上の筋作業に従事するときは、D 値と作業強度は略々平行する。

iii) 強い筋作業に従事する労働者においては、休憩時でもより軽い作業に従事する者より高い D 値を示す。

iv) 1 日の作業経過に伴う D 値の変動を観察したが、一定の傾向は認めない。

3) 実験成績を通覧すると、D 値は疲労の指標というよりも、筋作業強度の指標として実際上役立つものと考えられる。D 値は軽作業者にあつては凡そ 3.5 点前後、鑄造工、土工等の最重労働者で 6.0 点前後の値をとる。

欄筆に当り終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜りたる恩師齋藤教授に深甚なる謝意を表し、資料蒐集に御援助賜りたる北陸機械工業株式会社大谷常務殿、丸大撚糸織物株式会社西野社長殿及び各従業員、土木労働者並びに生理学教室員、学生の各位に深謝します。

文 献

- 1) **Donaggio** : II Internationaler Sportärztekongress Berlin **81**, (1936). 2) **Rendel** : Arb. physiol. **10**, 521 (1939). 3) **佐藤徳郎** : 体育研究, **8**, 5.6 496 (昭16) 4) **佐藤知信** : 北海道医学会雑誌, **21**, 4 559 (昭18) 5) **岡田三郎** : 体育の科学, **1**, 10. 19 (昭25) 6) **岡田三郎** : 体育学研究, 3号 230 (昭27) 7) **田村喜弘**外 2名 : 日本生理学雑誌, **14**, 4. 188 (昭27) 8) **村上利**外 6名 : 日本衛生学雑誌, **7**, 1. 21 (昭27) 9) **宮本璋**外 11名 : 公衆衛生, **12**, 1. 27 (昭27) 10) **佐藤宏・杉崎盛** : 体育研究, **9**, 1.2.3 15 (昭16) 11) **小森繁** : Jap. J. Med. Sic. Biophysics **9**, 1. (1943). 京都府立医大雑誌, **34**, 1. 422 (昭17) 12) **平和良彦** : Jap. J. Med. Sci. Biophysics **9**, 17 (1943) 13) **田村喜弘**外 3名 : 日本生理学雑誌, **8**, 9. 10. 502 (昭18) 14) **鈴木盛・池田茂夫** : 体育研究, **10**, 5.6 346 (昭19) 15) **斎藤重雄**外 6名 : 厚生科学, **2**, 4. 623 (昭16) 16) **平和良彦** : 京都府立医大雑誌, **38**, 3. 573 (昭18) 17) **武居繁彦** : 厚生科学, **4** 3. 264 (昭18) 18) **堀内一彌**外 5名 : 医学と生物学, **13**, 6. 418 (昭23) 19) **佐藤徳郎** : 生体の科学, **1**, 1. 37 (昭24) 20) **大平昌彦**外 3名 : 医学と生物学, **18**, 2. 76 (昭26) 21) **福井忠孝**外 2名 : 労働科学, **28**, 4. 243 (昭27) 22) **野地豊** : 日本衛生学雑誌, **7**, 1. 21 (昭27) 23) **村上利**外 5名 : 日本衛生学雑誌, **7**, 1. 23 (昭27) 24) **大川富雄・藤原政登** : 日本衛生学雑誌, **7**, 1. 20 (昭27) 25) **上西正治** : 労働科学, **29**, 5. 260 (昭28) 26) **鯉沼荪吾**外 8名 : 労働科学, **29**, 5. 261 (昭28) 27) **大木勝夫**外 4名 : 労働科学, **29**, 5. 262 (昭28) 28) **高橋英次**外 5名 : 労働科学, **29**, 5. 262 (昭28) 29) **野瀬善勝** : 労働科学, **29**, 5. 263 (昭28) 30) **下川末夫**外 3名 : 体力科学, **2**, 5. 183 (昭28) 31) **中山達夫** : 総合医学, **10**, 5. 255 (昭28)