家畜の労役生理に関する研究

IV 労役が脈搏数に及ぼす影響 (I)

上 坂 章 次・加 藤 正 信・三 好 康 之

(京大農学部畜産学研究室)

Studies on the physiology of work in the domestic animal

IV On the effects of work on the pulse rate of goat (I)

SHOJI UESAKA, MASANOBU KATO and YASUYUKI MIYOSHI

(Laboratory of Zootechnical Science, Faculty of Agriculture, Kyoto University)

I 緒 言

本研究に関する従来の研究方法はすべて、牛に一定道路路上において実際に轡をけん引させ、その労役が牛体に及ぼす影響をみていたが、この実際に轡をけん引させることは非常に不便である。そこで当研究室において、小型なものではあるがトレッドミルを作製し、山羊を用いて簡単に労役させることを考えた。今後はこのトレッドミルを用いて各種の労役試験を行う予定である。

本研究は、このトレッドミルと山羊とを用いて労役と脈搏曲線との関係をみたものであるが、それに先立つて第1報既報の労役が牛の体温、呼吸、脈搏、血液、などに及ぼす影響をトレッドミル上をけん引歩行させた山羊について追試してみた。すなわち、体重約 50kg の牝山羊2頭に軽労役(けん引抵抗 1 kg・けん引時間 1 時間)、中労役(抵抗 3 kg・1 時間)、重労役(抵抗 5 kg・1 時間)の3種の労役を課し、その直前、直後、30分後、1 時間後及び2 時間後における体温、呼吸数、脈搏数、血球数などを調査した。その結果は第1報所報の場合と、殆ど同じであつて、体温、呼吸数、脈搏数、赤血球数、血色素量などはいずれも労役により増加し、血糖量は減少した。これらのうち労役による増加率が35~80%で、比較的大きく、その影響が判然としており、なおその増加率は仕事に正比例し、またこれらの傾向における個体差は殆どなく、しかもその測定方法が容易であつて、将来疲労度の判定に用いるのに最も好都合と思われるものは、やはり脈搏数であつた。そこで、この脈搏数と労役との関係をさらに詳細に研究せんとして、本報告においては一定の速度で廻転しているトレッドミル上の山羊に各種の仕事の課し、その労役中及び労役後の脈搏数がいかなる変化を示すかを2分毎に検討してみた。

II 試験方法

体重約 26kg の2才の去勢山羊双仔2頭を用いた。試

験期間は昭和28年8月14日より9月19日迄の37日間で、その間の室温は最高34°C最低16°C、労役時の平均27.4°Cであつた。飼料の給与量は1日1頭当り第1表の如くにした。

第1表 1日1頭当飼料給与量(単位g)

	フスマ	脱脂麦カ	青刈トウモロコシ	野乾草
朝	500	40	500	400
夕	60	60	1,000	500

以上の他に1日1頭当り、コロイカル7g、食塩15gを与えた。また水は不断給与した。労役時以外はつとめて休息させるよう注意した。

労役方法は分速約42.9mのトレッドミル上で山羊を歩行させた。その際山羊に重量約1kgの鞍をつけ、水平胴引として、けん引抵抗を2kg、3kg、4kg、5kgの4種類とし、けん引時間は10分、20分、30分の3種類とした。この際の各種労役によるけん引仕事量は第2表の如くである。

第2表 山羊に課した各種のけん引仕事量(単位kgm)

けん引抵抗	時間	10 分	20 分	30 分
2 kg		3,096	6,192	9,288
3 "		4,644	9,288	13,932
4 "		6,192	12,384	18,576
5 "		7,740	15,480	23,220

いずれの場合も労役前、労役中、労役直後、回復期2分毎に脈搏数を測定したが、その測定は、心音を聴心器を用いて数え、これに当てた。労役中も2分毎にトレッドミルを停止せしめ、速かに10秒間の脈搏数を数え、それを6倍して1分間の脈搏数とした。このためのトレッドミルの停止時間は約13—15秒間であつた。この労役中の脈搏を連続的に測定する方法については種々考案してみたが、未だによい方法を見出しえないので、やむなく今回は上述の方法によつたが、この連続測定法については、なお目下研究中である。労役直後も10秒間の脈搏数を数えてそれを6倍し、労役前及び回復期は30秒間の数を数えてそれを2倍した。

III 結果及び考察

試験結果を一括表示すれば、附表1～3の如くである。ただしこの数値は同じ仕事量の労役につき4回試験したその平均値である。また()内は労役開始直前を100とした場合の%である。なお当然のことではあるが、仕事量が大となれば、脈搏数の回復にも時間がかかり、なかには労役後72分で回復した場合もある。しかしこれらを全部表示することは徒らに表が膨大となるので各表共、一応労役後20分迄の数値を示すことにした。

なお附表3のB号山羊の数値(%)だけを図示すれば第1図の如くである。とくに本図を選んで示した理由は、これが他の場合の様相を案ずるにも好都合なものと思われたからである。

第1図にみられる如く、労役開始とともに脈搏数は増加し、ことに最初の2分間においての上昇は著しい。この上昇を初期上昇と仮称する。この初期上昇に続いて、けん引抵抗の比較的小である2kg及び3kgの場合においては緩慢な脈搏数の増加がみられ、けん引抵抗の比較的大きい4kg及び5kgの場合には、初期上昇ほどでは

第1図 山羊における労役と脈搏曲線

ないが、かなり急な脈搏数の増加がみられる。最初の2分間以後のこの曲線の上昇を後期上昇と仮称する。次に労役をやめると脈搏数は急に下降し、ことに最初の2分間における下降は著しい。これを初期下降と仮称する。ついで緩慢な脈搏数の減少があつて、やがてその数は労役前のものに戻る。この脈搏数の減少を後期下降と仮称する。もつとも来村が人間における急速作業において脈搏数の回復過程を詳細に吟味し、第1次降下期及び第2次上昇期を認めているが、この実験の場合も詳細に吟味すればそのようなことがあるかも知れない。しかしここでは一応大ざっぱに上述の如く仮称しておく。すなわち労役の脈搏曲線に及ぼす影響は、いかなる場合においても、初期上昇、後期上昇、初期下降、後期下降の順に曲線を描いて表われるようである。これは人間における労役と脈搏数との関係と大体同一である(片桐)。

つぎにこの脈搏曲線の各期の上昇及び下降について若干考察を試みてみよう。

(1) 初期上昇について A号山羊の実験に少数の例外があるが、一般にこの初期上昇は、第1図に示す如く、けん引抵抗に比例して大となるようである。附表1～3よりこの上昇の率とけん引抵抗との関係を算出し表示すれば第3表の如くである。

第3表 脈搏数の労役による初期上昇率とけん引抵抗との関係

山羊		A	B
けん引抵抗			
2	kg	42—47%	60—66%
3	"	57—65 "	77—92 "
4	"	81—91 "	107—119 "
5	"	85—98 "	120—141 "

第3表によれば、この上昇率がけん引抵抗に比例することが大体判かるが、上昇率はけん引抵抗の増加につれて、同程度に増大しているものではない。ことにけん引抵抗が3kgと4kgとの間の上昇率の開きは大である。これはこの山羊にとつて比較的無理のない労役いわゆる moderate work の限界を示唆しているように思われる。いずれにしても、かようにけん引抵抗の大なる場合ほど初期上昇の大なる所以は、労役の際の筋肉運動による交感神経への刺激程度がその場合の運動量に応じて大となることを示すものであろう。

つぎに第3表によれば、この初期上昇率には個体差があり、A号山羊に比べてB号山羊の方が約20%高い上昇率を示している。この理由については判然としなが、もしこれが供試山羊の心臓機能の優劣、疲労度の大小などによつて生ずるものとすれば、将来役畜の役用能力の検定上、及び疲労度の判定上考慮すべき面白いものであると思われる。なおこの場合労役直前の脈搏数の実数、すなわち平脈と思われるものの実数がA号山羊よりもB

号山羊の方が低いことをも考慮に入れなければならないであろう。ちなみに人間の場合ではあるが、この初期上昇の主因に関し伊藤及び渡辺の研究がある。

(2) 後期上昇について 本研究においては、時間的に最も長い仕事を課したのは30分労役であつたから、主としてこの場合における後期上昇について検討してみよう。第1図にみられるように、けん引抵抗 2 kg 及び 3 kg の場合は後期上昇の曲線は、ほぼ水平か、僅かに上昇する程度である。これはこの程度の労役がこの山羊における moderate work か、あるいはそれに近いものであることを示すもので、初期上昇においてうけた示唆を裏書きしたものである。そしてこの曲線の水平に近いことは、山羊が steady state にあつたことを暗示するものであろう。本研究における脈搏の測定方法が連続的でないために、山羊が steady state に入る正確な時間的關係は示しえないが、上述の結果からみれば moderate work の場合には大体労役開始後 6—10 分で、その状態になるのではないと思われる。

つぎにけん引抵抗が 4 kg 及び 5 kg になると、後期上昇の曲線の角度は前述の 2 kg 及び 3 kg の場合に比し、明らかに増大し急な角度になる。その程度も、抵抗 4 kg の場合よりも 5 kg の場合の方が幾分大である。すなわちこの角度がけん引抵抗に比例する様相がうかがわれる。これは、moderate work 以上の仕事になると、消費されるエネルギーも大きく、それを補給するためにも益々心搏数の増加が要求されるためであらう。したがつて、このような場合にはその結果として当然相当の疲労が予想されるはずである。もつとも、このけん引抵抗と後期上昇の増加にも、ある程度の限度が考えられるはずである。

なおこの後期上昇において、抵抗 5 kg の場合に限り労役開始後 10 分前後においてかえつて脈搏数は下降し、なお労役直後において急にかなりの上昇をみている。この現象は片桐が人間の場合の自転車エルゴメーターによる試験において 8 kg、60 回転、20 分間のかなりの重労役を課した場合にも認めていることであり、その理由については今のところ不明であるが注意すべき事項かと思われる。

(3) 初期下降について 第1図に示す如く、労役直後の脈搏数は、初期上昇及びその後の数値と同様、けん引抵抗に比例して大となる。この数値が労役後 2 分間の間に急に下降するが、その下降の率を附表 1—3 について算出してみると第4表の如くである。

第4表によれば、初期下降率もけん引時間の長短にかかわらずけん引抵抗に比例して大となり、しかも 3 kg の場合と 4 kg の場合との間の開きが他に比して幾分大である。これらは前述の初期上昇とけん引抵抗との関係と大

第4表 脈搏数の労役後の初期下降率とけん引抵抗との関係

けん引抵抗		山羊	A	B
2	kg		44—47%	63—77%
3	"		62—67 "	86—95 "
4	"		76—96 "	100—124 "
5	"		88—112 "	133—146 "

体同様である。しかし第3表と第4表と比較すると、一般に初期下降率の方が初期上昇率よりも率そのものは若干大であり、これはけん引抵抗の大なるほどその傾向は強いようである。

なお第4表によれば、この初期下降率にも個体差があり、A 山羊に比べて B 山羊の方が 20—30% 高い下降率を示している。この傾向も第3表の初期上昇率の場合と全く同様であり、この両者については同じような考察が許されるであらう。この場合においても A 号山羊よりも B 号山羊の方が労役直前の脈搏数の小であることを併せ考えるべきであらう。これは来村が人間の場合に回復過程における脈搏の波瀾曲折現象は平脈数に関係があると述べていることから当然言いうることであらう。

(4) 後期下降について この曲線の示す角度もけん引時間の長短にかかわらずけん引抵抗の 2 kg 及び 3 kg の場合は緩く、けん引抵抗がそれより大となるにつれて大となるようである。この様相は前述の後期上昇の場合に似ている。また本実験の軽労役の場合に、労役前よりも脈搏数が少くなる現象を、ある一部のものにおいて、その回復過程にみているが、これは来村などが人間の場合において言っているいわゆる陰性相とは、その労役後に表われる時間的關係からいつて、おそらく本質的に異なるものであろう。

(5) 脈搏数の増加率の曲線(脈搏曲線)がその底との占める面積と仕事量との関係 初期上昇、後期上昇、初期下降、後期下降の4つの線がグラフの底(第1図の時間を示す横軸)と囲む脈搏曲線の占める面積を、各仕事別に測定し、仕事量 1 kgm 当りのこの面積を比較してみた結果は第5表の如くである。この測定にはプランメーターを用いた。

第5表によれば、仕事量 1 kgm 当りの脈搏曲線の面積は、同じ仕事においても個体によりかなり差があり、明らかに B 山羊は A 山羊に比し大である。この面積がその山羊の仕事に対する酸素の消費量を勿論表わすものでもないし、またそれと平行するものではないであらうが、この面積の大きいことはある程度は仕事に対するその山羊の血量の多いことを示すものと思われ、それだけ山羊は楽に仕事が出来たと考えてよからう。したがつて仮りにこの面積の大きい場合はそれだけ疲れることも少ないと仮定すれば、B の方が疲れないという考察が成立つ。

第5表 仕事量1kgm当脈搏曲線の占める面積比較

労 役	山 羊	けん引抵抗 (kg)	仕事量 (kgm)	脈搏曲線の面積 (cm ²)	仕事量1kgm当脈搏曲線の面積 ×10,000 (cm ²)
10分間	A	5	7740	18.0	23.26
		4	6192	18.9	30.53
		3	4644	12.3	26.48
		2	3096	9.7	31.33
20分間	A	5	7740	24.3	31.40
		4	6192	21.6	34.88
		3	4644	16.2	34.88
		2	3096	13.0	41.98
30分間	A	5	15480	40.4	26.10
		4	12384	37.9	30.60
		3	9288	27.2	29.28
		2	6192	18.0	29.07
40分間	A	5	15480	66.6	43.03
		4	12384	52.6	42.48
		3	9288	39.1	42.10
		2	6192	28.8	46.51
50分間	A	5	23220	68.4	29.46
		4	18576	64.1	34.51
		3	13932	44.6	32.01
		2	9288	31.2	33.59
60分間	A	5	23220	104.6	45.05
		4	18576	81.8	44.03
		3	13932	49.3	35.39
		2	9288	49.2	52.97

事実仕事のしぶりからみるとBはAに比し、非常に疲れ方が少いようにみえた。

つぎにこの仕事量1kgm当りの脈搏曲線の面積はA山羊に限り抵抗5kgの場合に著しく小さい。またB山羊の抵抗2kgの場合が著しく大である。上述の推察が許されるならば、この場合のA山羊の疲れ方は最も甚だしく、B山羊の疲れ方は最も少いことが予想されるが、これも仕事時の肉眼的観察と大体一致したようである。

つぎに同じ仕事をなす場合に、抵抗が大で時間の短い場合と、抵抗が比較的小きくて時間の比較的最長い場合とがあるが、第5表によれば、仕事量1kgm当りの脈搏曲線の面積は後者の方が幾分大きく出る傾向がみられる。したがって上述の仮定が許されるとすれば、同じ量の仕事をするにしても後者の如き仕事の仕方の方が前者の場合に比し疲れなことになる。

(6) 脈搏曲線の変化と疲労度の判定 従来家畜においても、人間においても、脈搏数は、厳格な意味ではないが、疲労判定の一助として用いられようとしている。ことに疲労回復過程を知る便法とされがちである（清水及び田多井）。すなわち一定の労役後の脈搏数の回復状況を追跡していつて、それが労役前に戻った時をもつてその労役による疲労が回復したとみるような場合である。これは厳格な意味では、疲労が回復したというよりはその労役の影響が一応その動物の心臓関係においては、なくなつたということであろう。いずれにしても、この場合は脈搏数の回復期が判然とつかみ得ない。脈搏数の回復期の決定方法として、脈搏指数が120以内に戻つた点

とするもの（石原など）、労役前の±5%の範囲内に戻つた場合とするもの（松葉など）など色々あるが、いづれも判然とした脈搏数の回復点は確定しがたく、したがって、脈搏数回復所要時間の遅速の決定も困難であり、疲労回復の指標としては十分なものではない。もつとも清水は作業停止後10分間の総脈搏数が静止時の10倍を超過する場合では、作業の身体に及ぼす影響の回復度を判定する有力な指標となしうることを述べているから、これもある程度の指標にはなるであろう。

つぎに作業終了後の脈搏曲線の型については古く砂田の小学生についての報告があり、また、大山及び徳弘の人間についての報告がある。そしてこの場合、よく陰性相が問題になる。この陰性相については清水は中等度の作業にのみ出現し、疲労の程度とは並行的関係を示さないと言っているが、これが来村の言う如く心臓抑制神経の一時的過度亢進によるもので作業開始とともに生じた抑制神経緊張を阻止する作用が作業休止と同時に解除された結果だとすれば、疲労している場合とそうでない場合とにより、この陰性相にも何らかの影響があり、ひいては疲労の有無の判定に役立ちそうにも思える。もつとも、それより先にまず家畜の場合にこのような陰性相が現われるかどうかについて今後研究をしておかなければならないであろう。

かように従来脈搏数を疲労判定の一助としようとする場合は、いづれも、脈搏曲線といえば、回復期に関するもので、前述の初期下降及び後期下降に属するものによるものとするものである。しかしながら、脈搏曲線には上述の如く、特色ある初期上昇もあり、また後期上昇もある。これらもやはりその動物の疲労状態、外界の気温飼料摂取状態などによりある程度影響されるものと思われる。したがって、これらをさらに詳細に検討すれば、初期上昇及び後期上昇の生理上の意義もある程度判明し、ひいては疲労判定の一助になるかと思われる。

IV 要 約

体重約26kgの2才の去勢山羊2頭を用い、一定の速度で廻転しているトレッドミル上を歩行させて、けん引抵抗2kg、3kg、4kg、5kgの4種類、けん引時間10分、20分、30分の3種類、合計12種類の仕事を課し、労役前、労役中、労役直後、回復期2分毎の脈搏数を聴心器により測定した。労役中は2分毎にトレッドミルをとめて速かにこれを測定した。その結果、労役が脈搏曲線に及ぼす影響につき、つぎのような成績をえた。

(1) 労役により脈搏数は急に上昇し、ことに最初の2分間の上昇は著しく、これを初期上昇という。次いで労役の継続中、脈搏数はけん引抵抗により若干様相は異なる

が、緩慢な上昇を続ける。これを後期上昇という。労役が終ると、脈搏数は急に減少する。ことに最初の2分間の下降は著しい。これを初期下降という。ついで脈搏数は緩慢に減少し、やがて労役前に回復する。この労役終了後2分以後の緩慢な下降を後期下降という。

(2) 初期上昇の上昇率は、けん引抵抗に比例して大となるが、けん引抵抗3 kgと4 kgとの間の上昇率の開きは他の場合に比し大である。したがってけん引抵抗だけについていえば、この辺が山羊にとつての moderate と overloadとの限界かと思われる。また上昇率は個体によつて差異がある。

(3) 後期上昇は30分労役において、けん引抵抗2 kg及び3 kgの時には殆ど水平または極く少しの増加であるがけん引抵抗4 kg及び5 kgの場合はかなり急な角度で上昇する。これからみても、けん引抵抗が4 kgを越すと成山羊にとつてかなり重い仕事になることがわかる。

(4) 初期下降の下降率も、けん引時間の長短にかかわらず、けん引抵抗に比例して大となる。しかもけん引抵抗3 kgの場合と4 kgの場合との開きが他の場合より大で、これは初期上昇の場合と同様である。ただし、この

率そのものの絶対値は初期下降率の方が初期上昇率よりも若干大である。またこの初期下降率にも個体差がある。

(5) 後期下降を示す曲線の角度はけん引時間の長短にかかわらずけん引抵抗の2 kg及び3 kgの場合はゆるく、けん引抵抗がそれより大となるにつれて大となる。この様相は前述の後期上昇の場合に似ている。

(6) 脈搏曲線がその底と占める面積をプランメーターで測定し、仕事量1 kgm当りのこの面積を計算してみると、同じ仕事においても1 kg当りのこの面積に著しい個体差がみられ、一般に山羊が楽そうに仕事をした場合には、この面積は大であり、苦しそうな仕事振りの時にはこの面積が小である。

(7) 従来脈搏曲線はその回復期の型及び回復迄の時間などにより疲労回復判定の一つの指標として用いられがちであるが、今後詳細に研究してゆけば、上述の初期上昇及び後期上昇の様相なども疲労判定の一助になるのではないかと思われる。

本研究は文部省科学研究費によつたものである。

(1956, 1, 13. 受付)

附表 1. 10 分 労 役

けん引抵抗 測定時		A				B			
		2 kg	3 kg	4 kg	5 kg	2 kg	3 kg	4 kg	5 kg
山羊別	直 前	97.0 (100)	96.8 (100)	80.5 (100)	81.7 (100)	78.8 (100)	75.0 (100)	66.3 (100)	65.0 (100)
	2 分	140.3 (144.6)	155.3 (160.4)	153.8 (191.1)	162.0 (198.3)	130.5 (165.6)	138.8 (185.1)	138.0 (208.1)	142.7 (219.5)
	4 分	145.5 (150.0)	157.5 (162.7)	163.5 (203.1)	155.0 (189.7)	136.5 (173.2)	141.0 (188.0)	145.5 (219.5)	148.0 (227.7)
	6 分	154.5 (159.3)	162.8 (168.2)	167.3 (207.8)	162.0 (198.3)	136.5 (173.2)	142.5 (190.0)	146.3 (220.7)	151.3 (232.8)
	8 分	153.0 (157.7)	168.0 (173.6)	165.8 (206.0)	164.0 (200.7)	136.5 (173.2)	145.5 (194.0)	147.3 (222.2)	159.0 (244.6)
労役終了直後		156.8 (161.6)	169.5 (175.1)	172.5 (214.3)	173.3 (212.1)	140.3 (178.0)	147.8 (197.1)	150.8 (227.5)	172.0 (264.6)
回 復 期	2 分	111.5 (114.9)	109.3 (112.9)	95.3 (118.4)	96.3 (117.9)	90.3 (114.6)	82.0 (109.3)	84.5 (127.5)	77.0 (118.5)
	4 分	110.0 (113.4)	106.5 (110.0)	92.0 (114.3)	99.0 (121.2)	82.0 (104.1)	79.3 (105.7)	73.3 (110.6)	73.0 (112.3)
	6 分	104.0 (107.2)	102.3 (105.7)	89.0 (110.6)	97.0 (118.7)	79.8 (101.3)	78.0 (104.0)	71.5 (107.8)	70.6 (108.6)
	8 分	102.3 (105.5)	100.8 (104.1)	89.8 (111.6)	95.3 (116.6)	80.0 (101.5)	74.0 (98.7)	70.8 (106.8)	69.0 (106.2)
	10 分	103.0 (106.2)	96.0 (99.2)	86.3 (107.2)	92.7 (113.5)	78.8 (100.0)	73.5 (98.0)	68.5 (103.3)	67.3 (103.5)
	12 分	100.0 (103.1)	94.3 (97.4)	84.5 (105.0)	85.3 (104.4)	78.8 (100.0)	74.0 (98.7)	66.8 (100.8)	65.3 (100.5)
	14 分	97.5 (100.5)	93.8 (96.9)	84.3 (104.7)	83.7 (102.4)	—	—	66.3 (100.0)	65.0 (100.0)
	16 分	98.0 (101.0)	—	81.5 (101.2)	82.3 (100.7)	—	—	66.8 (100.8)	65.0 (100.0)
	18 分	97.3 (100.3)	—	82.5 (102.5)	82.0 (100.4)	—	—	66.3 (100.0)	—
	20 分	96.3 (99.3)	—	80.8 (100.4)	82.7 (101.2)	—	—	—	—

附表 2. 20 分 労 役

けん引抵抗 測定時		A				B			
		2 kg	3 kg	4 kg	5 kg	2 kg	3 kg	4 kg	5 kg
中 役	直 前	95.5 (100)	92.5 (100)	86.3 (100)	85.3 (100)	76.3 (100)	72.3 (100)	64.0 (100)	67.7 (100)
	2 分	135.8 (142.2)	145.5 (157.3)	161.3 (186.9)	158.0 (185.2)	126.0 (165.1)	138.8 (192.0)	140.3 (219.2)	163.0 (240.8)
	4 分	140.3 (146.9)	159.0 (171.9)	168.0 (195.6)	163.0 (197.0)	130.5 (171.0)	144.8 (200.3)	149.3 (233.3)	173.0 (255.5)
	6 分	142.5 (149.2)	158.3 (171.1)	171.8 (199.1)	171.0 (200.5)	132.0 (173.0)	147.8 (204.4)	150.0 (234.4)	183.0 (270.3)
	8 分	138.0 (144.5)	159.0 (171.9)	171.8 (199.1)	163.0 (191.1)	132.8 (174.0)	144.8 (200.3)	148.5 (232.0)	187.0 (276.2)
	10 分	141.8 (148.5)	158.3 (171.1)	175.5 (203.4)	172.0 (201.6)	131.3 (172.1)	144.0 (199.2)	155.3 (242.7)	184.7 (272.8)
	12 分	144.0 (150.8)	161.3 (174.4)	174.0 (201.6)	182.7 (214.2)	135.0 (176.9)	146.3 (202.4)	156.8 (245.0)	192.0 (283.6)
	14 分	141.0 (147.6)	159.0 (171.9)	174.8 (202.5)	187.0 (219.2)	135.8 (178.0)	150.8 (208.6)	156.8 (245.0)	195.7 (289.1)
	16 分	141.0 (147.6)	158.3 (171.1)	177.8 (206.0)	190.0 (222.7)	137.3 (180.0)	149.3 (206.5)	159.8 (249.7)	195.7 (289.1)
	18 分	141.8 (148.5)	164.0 (177.3)	174.8 (202.5)	186.0 (218.1)	138.8 (181.9)	151.5 (209.5)	159.8 (249.7)	200.0 (295.4)
	労役終了直後	145.5 (152.4)	168.0 (181.6)	175.5 (203.4)	202.0 (236.8)	144.5 (189.4)	150.8 (208.6)	164.3 (256.7)	208.0 (307.2)
回 復 期	2 分	102.5 (107.3)	109.5 (118.4)	109.8 (127.2)	106.7 (125.1)	85.5 (112.1)	82.5 (114.1)	84.8 (132.5)	114.3 (168.8)
	4 分	100.8 (105.5)	108.3 (117.1)	108.3 (125.5)	118.0 (138.3)	82.5 (108.1)	78.3 (108.3)	82.3 (128.6)	100.0 (147.7)
	6 分	97.5 (102.1)	101.3 (109.5)	100.0 (115.9)	119.3 (139.9)	83.0 (108.8)	80.0 (110.7)	77.8 (121.6)	99.3 (146.7)
	8 分	97.3 (101.9)	97.5 (105.4)	95.5 (110.7)	114.0 (133.6)	79.0 (103.5)	75.3 (104.1)	76.5 (119.5)	97.0 (143.3)
	10 分	97.3 (101.9)	97.0 (104.9)	95.3 (110.4)	104.0 (121.9)	76.8 (100.7)	76.0 (105.1)	76.3 (119.2)	88.0 (130.0)
	12 分	95.8 (100.3)	94.8 (102.5)	93.5 (108.3)	105.7 (123.9)	76.8 (100.7)	75.0 (103.7)	75.5 (118.0)	86.7 (128.1)
	14 分	96.5 (101.0)	91.5 (98.9)	94.5 (109.5)	100.7 (118.1)	75.5 (99.0)	73.8 (102.1)	72.3 (113.0)	82.0 (121.1)
	16 分	95.0 (99.5)	92.3 (99.8)	93.0 (107.8)	96.3 (112.9)	76.0 (99.6)	72.5 (100.3)	71.3 (111.4)	82.3 (121.6)
	18 分	94.5 (99.0)	91.5 (98.9)	89.3 (103.5)	93.3 (109.4)	—	72.5 (100.3)	71.0 (110.9)	78.3 (115.7)
	20 分	—	91.5 (98.9)	89.3 (103.5)	100.0 (117.2)	—	71.5 (98.9)	71.0 (110.9)	79.7 (117.7)

附表 3. 30 分 労 役

けん引抵抗 測定時		A				B			
		2 kg	3 kg	4 kg	5 kg	2 kg	3 kg	4 kg	5 kg
中 役	労役直前	95.0 (100)	86.8 (100)	86.5 (100)	82.3 (100)	77.0 (100)	73.0 (100)	67.5 (100)	66.3 (100)
	2 分	139.5 (146.8)	143.3 (165.1)	156.8 (181.3)	163.0 (198.1)	123.0 (159.7)	129.0 (176.7)	139.5 (206.7)	159.0 (239.0)
	4 分	149.3 (157.2)	152.3 (175.5)	164.3 (189.9)	160.0 (194.4)	125.3 (162.7)	132.8 (181.9)	146.3 (216.7)	161.0 (242.8)
	6 分	144.8 (152.4)	151.5 (174.5)	171.8 (198.6)	167.0 (202.9)	126.0 (163.6)	132.8 (181.9)	150.0 (222.2)	170.0 (256.4)
	8 分	144.0 (151.6)	150.3 (173.2)	173.3 (200.3)	168.0 (204.1)	126.0 (163.6)	132.0 (180.8)	156.0 (231.1)	176.3 (265.9)
	10 分	147.0 (154.7)	151.5 (174.3)	177.8 (205.5)	178.0 (216.3)	127.5 (165.6)	134.3 (184.0)	156.0 (231.1)	176.0 (265.5)
	12 分	146.3 (154.0)	150.8 (173.7)	180.8 (209.0)	168.0 (204.1)	129.0 (167.5)	133.5 (182.9)	159.8 (236.7)	184.0 (277.5)
	14 分	146.3 (154.0)	152.3 (175.5)	181.5 (209.8)	176.0 (213.9)	129.8 (168.6)	135.8 (186.0)	160.8 (238.2)	190.0 (286.6)
	16 分	146.3 (154.0)	156.0 (179.7)	182.3 (210.8)	176.0 (213.9)	128.3 (166.6)	137.3 (188.1)	165.0 (244.4)	187.0 (282.1)

中	18 分	146.3 (154.0)	154.5 (178.0)	183.8 (212.5)	177.0 (215.1)	129.8 (168.6)	135.8 (186.0)	169.5 (251.1)	193.0 (291.1)
	20 分	149.3 (157.2)	155.3 (178.9)	190.5 (220.2)	185.0 (224.8)	131.3 (170.5)	137.3 (188.1)	172.5 (255.6)	194.0 (292.6)
	22 分	146.3 (154.0)	159.0 (183.2)	192.0 (222.0)	189.0 (229.6)	133.5 (173.4)	138.8 (190.1)	175.5 (260.0)	197.0 (297.1)
	24 分	148.5 (156.3)	156.0 (179.7)	195.8 (226.4)	192.0 (233.3)	134.3 (174.4)	138.0 (189.0)	177.0 (262.2)	199.7 (301.2)
	26 分	144.0 (151.6)	160.5 (184.9)	197.3 (228.1)	199.0 (241.8)	133.5 (173.4)	139.5 (191.1)	175.5 (260.0)	200.0 (301.7)
	28 分	144.8 (152.4)	160.5 (184.9)	197.3 (228.1)	200.0 (243.0)	134.3 (174.4)	137.3 (188.1)	174.0 (257.8)	202.0 (304.7)
	30 分	149.3 (157.2)	164.3 (189.3)	197.3 (228.1)	195.0 (236.9)	135.8 (176.4)	144.0 (197.3)	176.3 (261.2)	216.0 (325.8)
回 復 期	2 分	107.5 (113.2)	106.3 (122.5)	126.8 (146.6)	122.7 (149.1)	84.5 (109.7)	81.5 (111.6)	99.5 (147.4)	128.0 (193.1)
	4 分	102.3 (107.7)	107.0 (123.3)	117.8 (136.2)	122.0 (148.2)	81.8 (106.2)	79.0 (108.2)	92.0 (136.3)	113.7 (171.5)
	6 分	105.5 (111.1)	96.5 (111.2)	110.8 (128.1)	119.3 (145.0)	81.0 (105.2)	76.5 (104.8)	86.0 (127.4)	114.0 (171.9)
	8 分	103.5 (108.9)	95.3 (109.8)	104.0 (120.2)	110.0 (133.7)	81.8 (106.2)	76.3 (104.5)	85.0 (125.9)	110.7 (167.0)
	10 分	103.8 (109.3)	92.0 (106.0)	101.8 (117.7)	102.0 (123.9)	80.5 (104.5)	75.0 (102.7)	84.3 (124.9)	104.7 (157.9)
	12 分	102.8 (108.2)	88.3 (101.7)	98.3 (113.6)	103.3 (125.5)	79.0 (102.6)	73.0 (100.0)	82.5 (122.2)	101.0 (152.3)
	14 分	100.5 (105.8)	87.8 (101.2)	97.0 (112.1)	101.0 (122.7)	78.0 (101.3)	72.8 (99.7)	82.0 (121.5)	91.7 (138.3)
	16 分	100.3 (105.6)	88.3 (101.7)	94.5 (109.2)	96.7 (117.5)	78.3 (101.7)	73.5 (100.7)	79.8 (118.2)	89.3 (134.7)
	18 分	97.8 (102.9)	85.8 (98.8)	95.0 (109.8)	94.7 (115.1)	77.8 (101.0)	72.8 (99.7)	77.5 (114.8)	85.0 (128.2)
	20 分	98.5 (103.7)	86.5 (99.7)	94.3 (109.0)	95.3 (115.8)	77.0 (100.0)	—	78.0 (115.6)	84.0 (126.7)

文 献

- 1) 石原・吉田・羽部・上坂(1952) 中国・四国農試報告, (B-1): 191.
- 2) 伊藤・渡辺(1938) 満州医学雑誌, 28, (1):59.
- 3) 片桐ハナ(1950) 労働科学, 26, (6):265.
- 4) 来村広紀(1943) 満州医学雑誌, 38, (1):137.
- 5) 松葉・島村他(1938) 中央獣医誌, 51, (1, 3,

12): 2, 188, 928.

- 6) 大山・徳弘(1943) 労働科学, 20, (8):657.
- 7) 清水俊雄(1942) 厚生科学, 3, (3):228.
- 8) 清水・田多井(1943) 日本生理誌, 8, (9, 10):512.
- 9) 砂田恵一(1927) 労働科学研究, 4, (3):683.
- 10) 上坂章次(1943) 日畜会報, 15, (1):64.

Résumé

The object of this study was to investigate in details how the pulse rate of the farm animal changed according to various intensity of work.

As the experimental animals two castrated goats were used. They were 2 years old and weighed about 25 kg.

The work imposed on the goat was the walking on the horizontal treadmill which turned at the rate of 42.9meters a minute. The draft resistances for the goats in walking were four kinds, 2 kg., 3 kg., 4 kg. and 5 kg.: the walking hours were three kinds, 10 min., 20 min. and 30 min. Accordingly, the work imposed on the experimental animals had twelve varieties.

The pulse rates were examined just before, during and soon after the work and during the recovering period, by means of the stethoscope.

During the work, the treadmill was stopped at 2 minutes intervals and the pulse rate examined as soon as the mill stopped on each occasion. The treadmill was also stopped for a little while, at most 15 seconds, during the work in order to count the pulse rate. Principal results obtained were as follows:

1. The pulse rate was increased rapidly on account of the work, especially during the first 2 minutes after the beginning. We called this rise in the pulse rate *the early rising*. During the work the early rising was followed by a gradual increase of the pulse

rate, the extent of increase depending on intensity of work. This gradual increase was called *the late rising* by us.

When the work was over, the pulse rate decreased rapidly, especially in the first 2 minutes after work. We called this fall in the pulse rate *the early falling*.

After the work the early falling was followed by the gradual decrease, and then the pulse rate recovered to such a level as before the work in due time. We called this gradual decrease of the pulse rate *the late falling*.

2. The increasing rate of the early rising was nearly proportionate to the increase of draft resistance against the pull of the goat, and an individual difference was shown between the two goats. The change in this increasing rate was especially remarkable when the draft resistance had been changed from 3 kg. to 4 kg. Then, so far as the draft resistance was concerned, it seemed that such resistance was the limit between the moderate and the too heavy load for those goats.

3. The curve of the late rising of the pulse rate in the 30-minute work became nearly horizontal or a little upward going when the resistance had been 3 kg. or 4 kg., and was considerably steep when it had been 4 kg. or 5 kg. From this fact we can presume that when the draft resistance is more than 4 kg. it is overloading for the adult goat.

4. The decreasing rate of the early falling was also nearly proportionate to the increase of draft resistance against the goat, regardless of the duration of walking, and an individual difference was also shown between the two goats. Changes in the decrea-

sing rate were especially remarkable when the resistance had been changed from 3 kg. to 4 kg. This tendency in the early falling was almost the same with that observed in the early rising of the pulse rate, though the rate of the former was a little greater than that of the latter.

5. Regardless of the duration of walking, the curve of the late falling declined gradually when the resistance had been 2 kg. or 3 kg., and more steeply down when it had been over 4 kg. This tendency in the late falling resembled that in the above-mentioned late rising.

6. For every piece of work imposed in this experiment, we measured an area demarcated by the curves of the early and late rising, and the early and late falling of the pulse rate and their base lines on the graph. The planimeter method was used for this measurement. We called this area temporarily the area of pulse-rate curve.

We found that the area of pulse-rate curve per 1 kgm. of work differed remarkably between the two goats, and it seems that the more harder the animal had worked, the smaller became the area.

7. The pulse rate has been used as an index for the recovery from fatigue in man and animals in reference to the type of recovery of the pulse-rate curve or the time required for the recovery of the pulse rate.

From the results obtained in this study we consider that various types shown in the curves of the early and late rising of the pulse rate counted during the work might be useful as an index of the degree of fatigue in the farm animal.