

蔗糖水溶液の嗜好濃度について

そのⅦ 運動による疲労の嗜好濃度におよぼす影響について

三 浦 春 恵 寺 岡 宏

前報「蔗糖水溶液の嗜好濃度について」【～Ⅵ】において蔗糖水溶液の嗜好性に影響をおよぼす要因として温度、粘性、年齢、性別について報告した。何れの場合にもそれぞれの要因による影響が認められたが、蔗糖水溶液に対する個人の嗜好濃度幅が広範囲にわたることと、またその影響のあらわれ方には個人差があることなどから集団全体にわたる画一的な結論を求めることは困難であることが知られた。以上の知見をもととして本報においては嗜好濃度に影響をおよぼす要因として運動にともなう疲労をとりあげ高校生男女を対象として、紅茶を用いて行なった実験結果について報告する。

紅茶に対する蔗糖嗜好濃度については、前報⁽¹⁾「蔗糖溶液濃度の嗜好性についての研究」において短大生を対象とした実験結果を報告した。即ち嗜好濃度の平均値は10.6%、標準偏差3.1%で、嗜好濃度の分布曲線は正規分布を示すことが検定された。また同一形式の実験の場合の再現性については、数カ月後における嗜好濃度、および濃度差の平均値は、両者とも χ^2 検定の結果統計的には有意な差が認められないことがわかった。また前報⁽²⁾「蔗糖水溶液の嗜好濃度について」そのⅡ、「蔗糖水溶液と紅茶の蔗糖濃度との関係について」において、両者の甘さの嗜好は、集団としては近い値をもつが、個人別にみると、有意な相関関係をもたないことなどが推定されている。これらのことから本報においては集団の値と個人別の変動とを併行して検討した。

方 法

運動を開始する前と終了後に前報同様の方法⁽¹⁾

により（ただし、味けしのためのクラッカーは用いなかった）紅茶溶液を与えて自由にグラニュー糖を加えさせ、その嗜好濃度を屈折糖度計で測定した。本実験においては、実験対象を次の三グループとした。

対象Ⅰ 北星学園女子高校、運動部（体操、バスケット、スケート、陸上、卓球、バレーの六クラブ）合計62名、年齢15歳～18歳

昭和43年6月10日から6月19日の期間内において、各クラブについて1回実施。運動前の実験は、午後4時または4時30分（放課直後）より、運動後の実験は、午後6時または7時前後（運動終了直後）より、本学調理室において実施した。各クラブとも約2～3時間の運動の前後に上記の方法により、各人にそれぞれ3回ずつ自由に嗜好濃度を調整させた。

各クラブの運動内容の概要についてみると、体操、バスケットの二クラブは高校体育連盟の試合直前であるため、放課後のクラブ練習の運動量は強度で生徒の疲労感も比較的大きいと認められる。陸上クラブについては平常の練習内容より少く、やや長距離にわたるかけ足を行っており練習時間も平常よりは短い。卓球クラブ、バレークラブは平常の練習状態であった。スケートクラブは夏季であるため体力作りを目的とする内容で、冬季のスケートトレーニングに比し軽い運動とみなされる。

対象Ⅱ 北星学園女子高校バスケットクラブ員、8名、年齢15歳～18歳

昭和43年8月16日、夏季合宿1週間の期間中疲労感の頂点に達する5日目に行なった。対象Ⅰにおけるバスケットクラブ員11名中の8名に

ついて実施した。当日クラブ員は午前中の練習の後、昼食をとり1時から約2時間午睡、午後3時から行なわれる午後の練習の前後に実験を行なった。なお当日の運動内容は全員が同一の運動を実施しており、対象Ⅰにおける同クラブの運動量より強度である。運動後において前回と比較して、はなはだしい疲労感を訴えている。

対象Ⅱ 北星学園男子高校1年、22名、年齢15歳～16歳

全校マラソン大会において、参加した生徒中より上記22名を無作為に選び次の要領によって実験を行なった。マラソンの直前に実験することが困難であるため、その前日に男子高校理科実験室において午前9時から実施し、これを運動前の値とした。運動後は昭和43年10月5日、全校マラソンにおいて、午前9時学校をスタートし、標高1,024mの手稲山上に至る18kmを走行、到着直後に山上において各人につき2回ずつ実施した。全校マラソン700名中の1位記録時間は1時間44分であり、最終は4時間20分、その中で22名の平均所要時間は2時間54分であった。

以上の実験測定値について次のことを検討した。

結果と考察

1. 対象Ⅰについて

A. 各クラブ毎に、嗜好濃度平均値とその標準偏差、および3回の実験値間の濃度差と標準偏差について計算した結果を表1に示す。なおこの結果から、各クラブ毎の運動前後の平均値間に、統計的な有意な差があるか否かを下記に示す式により、スチューデントのt分布を適用して差の検定を行なった。それぞれの場合についての自由度において、5%の危険率に対する値により、有意差を表1中の右端欄に示した。

$$\begin{aligned} \bar{x}_1 &\cdots \text{運動前平均値} & n_1 &\cdots \text{運動前標本数} \\ \bar{x}_2 &\cdots \text{運動後平均値} & n_2 &\cdots \text{運動後標本数} \\ S_1 &\cdots \text{運動前分散} & & \\ S_2 &\cdots \text{運動後分散} & \mu &= \text{母集団平均値} \\ & & \mu_1 &= \mu_2 \\ t &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2}}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \end{aligned}$$

表1の結果から、各クラブとも運動の前後において、統計的にはその平均値間に有意な差がみられないことがわかる。各クラブによって、当日の運動量に相違があるが、全体としての平均値も運動前後において有意な差を生じないことが認められた。

表1 運動前後における嗜好濃度および濃度差についての平均値と標準偏差

クラブ名	人員	運動	嗜好濃度平均値 %	標準偏差 %	嗜好濃度差 %	標準偏差 %	運動前後の平均値間の有意差
体 操	8	前後	9.0	4.6	2.3	2.7	なし
			10.2	5.4	3.3	1.6	
バスケット	11	前後	9.4	3.7	2.1	1.6	なし
			10.8	3.5	2.4	1.6	
スケート	11	前後	11.4	5.2	4.4	2.5	なし
			12.2	5.7	3.5	2.9	
陸 上	12	前後	10.9	4.2	2.4	1.3	なし
			10.5	4.6	2.7	1.9	
卓 球	6	前後	9.5	5.1	2.3	1.6	なし
			10.6	5.7	2.7	2.3	
バレー	14	前後	11.2	4.1	2.8	1.7	なし
			12.2	5.0	3.2	3.1	
合 計	62	前後	10.4	3.2	2.8	1.7	なし
			11.2	3.7	2.9	2.2	

蔗糖水溶液の嗜好濃度について

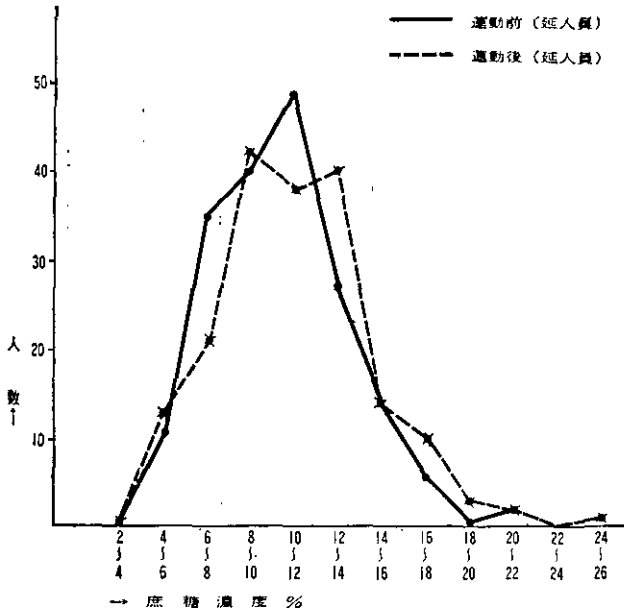


図1 濃度別による嗜好濃度の分布 (62人)

B. 濃度別による嗜好濃度の分布状態について

各人3回ずつの実験値を延人員として、各運動部毎に濃度別にその分布をしらべ、運動の前後についてまとめた。これを全体として図示すると図1のようになる。

図1において運動後の分布が運動前に比し、その嗜好濃度平均値の前後の幅がやや広く分布していることがみられる。各クラブについてもこの傾向がわずかながら認められることから、全体の平均値としては上記のように有意な差は生じないが、各個人については運動の前後において、個別の変化があるものと思われるので、個人別に検討する必要がある。前報における温度の変化による甘味の感じ方、または、嗜好濃度の幅などは、各個人により、独自の型や広がりをもつものであることがしられていることから、今回の疲労の影響のあらわれ方についても、個々の場合について検討することが必要と考えられる。

C. 個人別にみた運動の前後における変動について

個人別に運動の前後における嗜好濃度の変

動をしるために、次のような方法により、両者の比較を行なった。即ち、運動前における各人3回の嗜好濃度にみられる濃度幅に対し、その50%をこえて運動後の3回の嗜好濃度幅が変動しているとき、運動による嗜好の変化があるものとし、50%以内の変動に止まるものを差がないものとした。50%の制限については、前報⁽⁴⁾において、女子高校生の蔗糖溶液の嗜好濃度の研究で、嗜好濃度平均値は各人3回の実験値については、濃度差の平均が2%~3%であり、平常時においては95.5%~100%のものが、濃度差6%の範囲内にあることが見出されている。このことから、各人の嗜好濃度幅について、50%をこえる場合、ほぼ有意な差と

して、これを考えることができた。上記の判定基準による個人別の検討結果の一例を図2に示す。

その結果をまとめ、各クラブ毎に運動後に嗜好濃度の上昇したもの(+)と低下したもの(-)変化のないもの(0)の三グループにわけその人員を表2に示す。

表2の+、-、0の変化が同数にあらわれるものと仮定して χ^2 検定を試みた。その結果各クラブとも5%の危険率において有意な差が認められ、運動前後において、上記三つの状態が同数ずつ生ずるという仮説は成り立たない。次に嗜好濃度が上昇するグループ(+)に対し低下するものと変化のないものを合わせたものを一つのグループとして、両者の関係をしらべた。両者が同数あらわれるものとして χ^2 検定を行なった。その結果、自由度1において、5%の危険率の χ^2 の値、3.841をこえるものは、スケート、陸上、バレーの3部となり、他の3部では有意な差はみとめられなかった。すなわち、体操、バスケット、卓球の3部については運動によって $\frac{1}{2}$ のものが嗜好濃度が上昇するという仮説は否定されない。

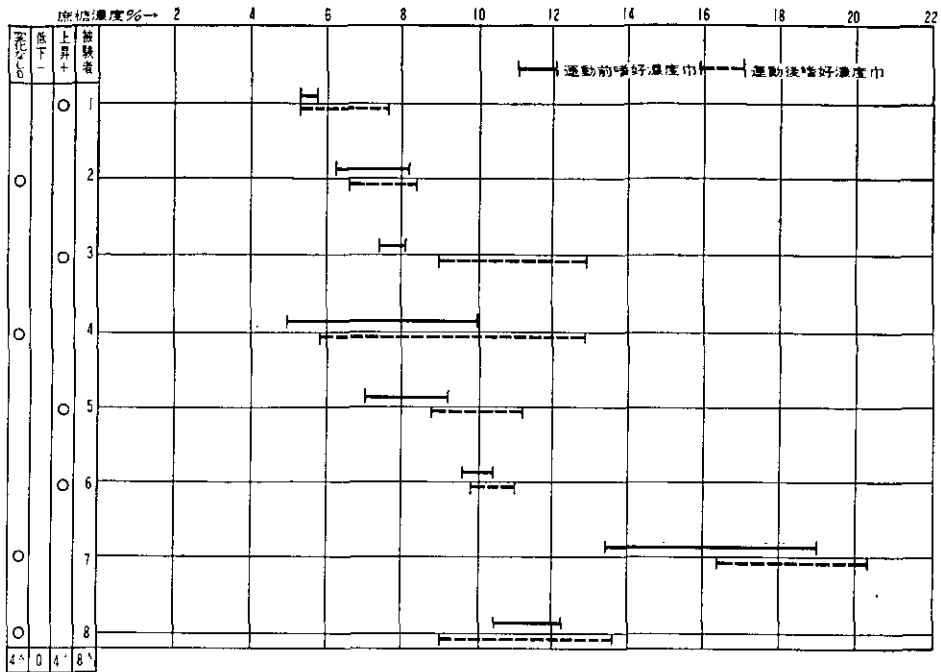


図2 運動前後における嗜好濃度幅と変動判定の関係(体操クラブ)

表2 運動の前後における個人別変動(対象I)

変動	クラブ		体操 8人		バスケット 11人		スケート 11人		陸上 12人		卓球 6人		バレー 14人		合計 62人	
	人員割合		人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	62人	%
+	(上昇)		4	50.0	5	45.5	3	27.2	3	25.0	3	50.0	5	35.7	23	37.1
-	(低下)		0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	25.0	1	16.6	2	14.3	6	9.7
0	(変化なし)		4	50.0	6	54.5	8	72.8	6	50.0	2	33.4	7	50.0	33	53.2
$\chi^2(+1/3-1/3, 0/1/2)$			16.75		17.79		48.02		12.50		16.77		19.38			
$\chi^2(+1/2-0, 1/2)$			0.00		0.81		20.61		25.00		0.00		8.53		0.638	
			自由度 2		0.05% 信頼度		$\chi^2=5.991$		自由度 1		$\chi^2=3.841$					

各クラブによって当日の運動量に相違があるが、各クラブを総合すると、62人中運動後上昇するもの23人、低下するもの6人、変化のないもの33人となり、低下するものは少ないが、変化のないものが半数をしめている。次に全体について1/3のものが嗜好濃度が上昇し、2/3のものが低下または変化しないとの仮説のもとに χ^2 検定を行なった。この期待値のもとでは有意な差が認められなかった。これらのことから女子高校生の放課後における約3時間の運動量では約1/3のものが、運動により嗜好濃度が上昇する

が、他のものは、平常時とあまり変わらないということが、統計的な仮説として認められた。各クラブの構成メンバーは高校1年から3年にいたる各学年のものからなっているが、全員を15歳、16歳、17歳、18歳の年齢別にして、各年齢毎に上記のように上昇するもの、低下するもの、変化のないものの三グループについて χ^2 検定を行なったが、いずれも有意な差は認められなかった。年齢別の対象人員が少数であるが、これらのことから年齢による相違はこの変動に対して影響を与えないものと推定される。

蔗糖水溶液の嗜好濃度について

表3 運動別による需要熱量の比較

対象	項目		性別	人員 人	身長平均 cm	体重平均 kg	体表面積 m ²	基礎代謝 基準値*	補正RMR	需要熱量 Cal/h	運動時間 h
	クラブ										
I	体 操		女	8	155	50	1,481	35.9	6.0	383	2.9
	バスケット		女	11	160	55	1,577	35.9	6.0	408	2.9
	バレー		女	14	154	51	1,486	35.9	5.0	331	3.4
	卓球		女	6	156	49	1,478	35.9	4.0	276	2.0
	スケート		女	11	157	51	1,510	35.9	4.0	282	2.1
	陸上		女	12	156	51	1,505	35.9	4.0	281	2.1
II	バスケット		女	8	160	55	1,577	35.9	8.0	521	2.0
III	マラソン		男	22	167	55	1,630	37.9	15.6	1,032	2.9

* 体表面積 1 m² 1時間当たりのカロリー

表4 運動の前後における嗜好濃度平均値, その他について(対象II, III)

項目	II 女子高校バスケットクラブ合宿中 8名				III 男子高校マラソン 22名			
	嗜好濃度		3回の濃度差		嗜好濃度		2回の濃度差	
	運動前%	運動後%	運動前%	運動後%	運動前%	運動後%	運動前%	運動後%
平均値	8.3	10.5	2.0	2.9	11.8	17.8	3.3	5.3
標準偏差	1.2	2.4	1.0	1.9	3.9	7.2	1.6	4.0
有意差(危険率5%)	あ り		な し		あ り		な し	

2. 対象II, IIIについて

上記Iにおける各クラブの場合については顕著な変化は認められなかったことから, 更に運動量の増した場合として対象IIとIIIを用いた実験を行なった。ここで, 各対象毎に, その運動に要する熱量を計算し, 運動量の比較を試みた。対象Iの場合もあわせてその結果を表3に示す。

対象Iの各クラブ別, および対象II, IIIについて各人の身長, 体重の平均値をとり, これにより体表面積を求めた。R・M・Rは対象I・II・IIIの当日の運動内容から推定して, 補正R・M・Rを用いた。これらから需要熱量の一時間当たりのカロリーを計算して示した。対象Iに比し, II, IIIにおいて需要熱量の増大をすることができた。

対象IIの女子高校生のバスケットクラブの8名については, 特に対象Iの場合の運動前の嗜好濃度平均値と, 合宿中における運動前の平均値については差の検定を行なったが, 両者に有意な差が認められなかった。このことは合宿中

における午前中の運動の疲労が, 昼食後2時間の午睡により相当回復して, 平常時とあまり変化のない状態であったものと考えられる。

A. 嗜好濃度および濃度差についての平均値と標準偏差

対象Iの場合と同様に, 対象II, IIIそれぞれについて運動前後における嗜好濃度平均値と標準偏差, 濃度差についての平均値と偏差を表4に示す。なお実験値についてはディクソンの棄却検定により, 最小値, 最大値については検討し, 棄却の必要なもの1名を除外して計算を行なった。

以上の表にみられるように対象II, IIIについては嗜好濃度平均値は対象Iとことなり, 運動前後に統計的に有意な差をもって嗜好濃度が上昇していることが検定された。

B. 個人別にみた運動前後における嗜好濃度の変動について

前記対象Iの場合と同様に各個人別に運動前後における嗜好濃度の変動についてしらべた。これを次の表5に示す。

表5 運動の前後における個人別変動(対象Ⅱ,Ⅲ)

変動	対 象 人員割合	バスケット クラブⅡ		男子 マラソンⅢ	
		人	%	人	%
+	(上 昇)	6	75.0	15	68.1
-	(低 下)	2	25.0	1	4.5
0	(変動なし)	0	0.0	6	27.4
χ^2 値(+ $1/3$, - $1/3$, 0 $1/3$)		あり	54.29	あり	62.32
χ^2 値(+ $1/2$, + $-1/2$)		あり	25.0	あり	13.10
χ^2 値(+ $2/3$, -0 $1/3$)		なし	0.781	なし	0.817

表5における人員割合について、運動後上昇するものと、低下するもの、変化のないもの、とが同一に現われると仮定しての χ^2 検定、および上昇するグループに対して、他のものをまとめて一つのグループとして二つのグループについて同数に現われると仮定しての χ^2 検定とを、それぞれについて前回同様に計算した結果、何れもこの仮説は成立しなかった。次に上昇するものが $2/3$ 、その他のものが $1/3$ 現われるという仮定のもとに χ^2 検定を行なった結果、この仮定のもとでは有意な差がないことがしられた。このことから対象Ⅱ、Ⅲのように運動量の増大したときは、半数以上の者が嗜好濃度が上昇することが明らかとなった。しかし中にはほとんど変化のないもの、または低下するものが、 $1/3$ あることから、個人による嗜好の型が顕著な運動量の増大という条件においても画一的な影響を示すものでないことが結論される。これは紅茶という限定された食品に関する個人の嗜好にもとづくものか、他の味覚に関連する生理的な要因の反応様式の差によるものかは今後検討されるべき問題である。

結 論

高校生男・女を対象として、運動による疲労が、蔗糖濃度の嗜好にどのように影響するかを紅茶を用いて実験を行なった。なお運動量の差により二大別し、運動量のやや少ないものを対象Ⅰとし、運動量の著しく大きいものを対象Ⅱ、Ⅲとし、それぞれについて実験結果を分析し、

計算の結果から次のことが推定された。

1. 対象Ⅰにみられる運動量(放課後2~3時間の運動クラブ活動)においてその疲労によって、約 $1/3$ のものについては運動前の嗜好濃度より、運動後嗜好濃度が上昇することが統計的に推定された。

2. 対象Ⅱ、Ⅲにみられる強度の運動量においては、その疲労によって約 $2/3$ の者に運動前の嗜好濃度に対し、上昇した嗜好濃度を示すことが推定された。

3. 運動の前後における嗜好濃度の測定結果から集団としての嗜好濃度の平均値をみると、対象Ⅰと、対象Ⅱ、Ⅲの間には有意な差をもって後者が高濃度を示すことが認められた。しかし、これを個別に検討するとき、上記のような結論が見出され、集団に見出される結果と、個人における嗜好の傾向は必ずしも一致しないことがしられた。これらのことから嗜好の傾向は集団における現象と共に、個人における反応様式についても検討する必要があることがしられた。

終わりに本研究の実験に対し、深い御理解のもとに御協力下さり、数々の御便宜を賜りました次の方々には心から厚く御礼申し上げます。

北星学園女子高等学校長山川先生、体育科本間先生、石井先生、辻先生、山崎先生。

北星学園男子高等学校長石突先生、池田先生、阿部先生、同校諸先生。

更に直接実験に参加して下さいました両校の多数の生徒の方々の御厚意と御協力に心から感謝申し上げます。また御支援下さった北星学園園長、時任正夫先生本学学長手島寅雄先生、終始お手伝い下さった本学副手、深田三枝子さんはじめ家政科副手の方々に深く感謝申し上げます。

引用文献

1. 三浦・寺岡：蔗糖溶液濃度の嗜好性についての研究，北星短大紀要11号(1965)，35~39。
2. 三浦・寺岡：蔗糖水溶液の嗜好濃度について，そ

蔗糖水溶液の嗜好濃度について

- のII, 北星研大紀要12号 (1966), 16.
3. 三浦・寺岡: 蔗糖水溶液の嗜好濃度について, そのI, III, 北星短大紀要12号(1966), 11~14, 17~20.
4. 三浦・寺岡: 蔗糖水溶液の嗜好濃度について, そのV, 北星短大紀要13号 (1967), 21.
5. W. J. DIXON: Analysis of Extreme Values, *Annals Math. Stat.* XXI. (1950), 488-506.
6. W. J. DIXON: Ratios involving Extreme Values, *Annals Math. Stat.* XXII. (1951), 68-78.
7. W. J. DIXON: Introduction to Stat. Analysis, Mc Graw-Hill, (1957), 275-278, 412.