検討を行う必要がある。現在吾々は数十種の色素について MG 値を求めているが、この場合泳動距離-滴下位置グラフ^(2,3)がデキストランの夫れと平行しないものが大部分であり、又色素同志で互いに平行しないものも多い。この場合上記グラフの平行するもの同志に群別して MG 値を求めることが便利の様で、更にこの群別が吸着クロマトグラフィ-の移動率に極めて密接に関係のある事実も見出している。之等は誠に興味深い問題であるが追って報を変えて述べることにする。

要 約

(1) 人血清蛋白について蒸発を許す水平型装置内で泳動を行い、アミノ酸で得た泳動距離、瞬間泳動初速、静止点の近似算出式の適用出来ることを知った。又使用濾紙についての若干の検討を行った。

(2) 人血清蛋白について新しい MG 値を定義し、多くの泳動条件の影響を受けない値を得た。

稿を終るにのぞみ、御懇篤なる御指導、御校閲を賜った九大大島康義教授、船津 勝助教授、種々貴重な御意見を賜った東大松山 晃博士、当学応用物理田中 豊助教授に厚く感謝の意を表します。なお本稿内容は昭和 32 年 4 月の日本農芸化学会総会、同 5 月日本農芸化学会関西西日本合同支部会、同じく 9 月電気泳動学会西部会で報告したことを附記します。

(1) K. Sakamoto, K. Tateoka : <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Jap.</i> , 20, 98 (1956).	(6) H. G. Kunkel, A. Tiselius: <i>J. Gen. Physiol.</i> , 35, 89 (1951).
(2) 坂本 清, 楯岡和子 : 本誌, 30, 463(1956).	(7) 小林茂三郎, 森五彦 : 濾紙電気泳動法の実
(3) 坂本 清, 斎藤絹子 : 本誌, 32, 181(1958).	際, p. 123 (1955).
(4) 坂本 清, 斎藤絹子 : 本誌, 32, 186(1958).	
(5) C. V. Holt et al. : <i>Biochem. Z.</i> , 323, 345 (1952).	

濾紙電気泳動法に於ける泳動距離について (第 5 報)*

MG 値の解析 (その 1)

坂本 清, 斎藤 絹子 (鹿児島県立大学短期大学部栄養学教室)

昭和 32 年 6 月 3 日 受 理

既に吾々はアミノ酸についてグリシンとアスパラギン酸の距離を標準とする相対距離比 MG 値が種々の泳動条件に左右されない恒数^(1,2)となることを述べ、更に血清蛋白についてはγグロブリンとアルブミンの距離を標準として MG 値を定義し、同様諸条件に影響され難い値⁽³⁾を得た。此等は標準距離選定の方式に差はあるが、いずれも相対距離比であることは同様である。吾々はこの様な値を全く実測上から割り出したが、更にこの様な表現法に理論的な根拠を与える意味で、今回は既に述べた泳動距離の数学的解析の結果⁽⁴⁾を適用して之等の比が物質の易動度の差の比に近似した値をとることを理論的及び実験値より裏付けることが出来た。之等の結果について報告する。

I. アミノ酸の MG 値解析 今第 1 図 (A) について考察する。アミノ酸を蒸発を許す水平型装置の濾紙諸点に滴下して泳動した後、中央原点より滴下点迄の距離、泳動距離の関係を図示すると、之等の間には常に直線関係^(2,4)がある。第 1 図 (A) で A, B, C, D, E 及び dex は夫々アルギニン (リジン)、ヒスチジン、中性アミノ酸、グルタミン酸、アスパラギン酸及びデキストランを示し、之等の MG 値を MG_A , MG_B , MG_C , MG_D , MG_E とする。一般に瞬間泳動初速は毛管浸透、電気浸透の影響をうけ次式⁽⁴⁾の様にあらわされる。

$$V_0 = \frac{(MD_1' - MD_1'_{dex}) \cdot \log(a'/a)}{a'/a - 1} \dots\dots\dots (1-1)$$

(1) 式において MD_1' は泳動開始後 t_1 時間における原点よりの見掛けの泳動距離、 $MD_1'_{dex}$ は同じくデキストランの原点よりの移動距離、 a'/a は t_1 時間間隔における泳動速度減衰率をあらわす。第 1 図で A, B, C, D, E の瞬間泳動初速を夫々 V_{0A} , V_{0B} , V_{0C} , V_{0D} , V_{0E} とすれば次の式が成立する。

* On the Migration Distance in Paper Electrophoresis. Part V. Analysis of the MG Value. (1)
By Kiyoshi SAKAMOTO and Kinuko SAITO (Laboratory of Nutrition, Faculty of Junior Course,
Kagoshima Prefectural University)

第1図 泳動距離と滴下位置の関係図

(A) A, B, C, D, E は夫々アルギニン(リジン), ヒスチジン, 中性アミノ酸, グルタミン酸, アスパラギン酸を示し, dex はデキストランを示す。

(B) A', B', C', D', E' は夫々γグロブリン, βグロブリン, α₂グロブリン, α₁グロブリン, アルブミンを示し, dex はデキストランを示す。

$$V_0 = \frac{(MD'_A - MD'_{dex}) \cdot \log(a'/a)}{a'/a - 1}$$

$$\therefore MD'_A = \frac{V_{0A}(a'/a - 1)}{\log(a'/a)} + MD'_{dex} \dots\dots\dots(2-1)$$

同様にして

$$MD'_B = \frac{V_{0B}(a'/a - 1)}{\log(a'/a)} + MD'_{dex} \dots\dots\dots(2-2)$$

$$MD'_C = \frac{V_{0C}(a'/a - 1)}{\log(a'/a)} + MD'_{dex} \dots\dots\dots(2-3)$$

$$MD'_D = \frac{V_{0D}(a'/a - 1)}{\log(a'/a)} + MD'_{dex} \dots\dots\dots(2-4)$$

$$MD'_E = \frac{V_{0E}(a'/a - 1)}{\log(a'/a)} + MD'_{dex} \dots\dots\dots(2-5)$$

此等の式で $MD'_A, MD'_B, MD'_C, MD'_D, MD'_E$ は A, B, C, D, E の夫々の原点よりの泳動距離を示す。既に述べた様に吾々はアミノ酸の MG 値^(1,2)を次の如く定義した。

$$MG = \frac{\text{グリシンと他のアミノ酸の距離}}{\text{アスパラギン酸とグリシンの距離}}$$

故に第1図(A)より夫々の MG 値は次の如くなる。

$$MG_E = \frac{MD'_E - MD'_C}{MD'_E - MD'_C} = 1.00 \dots\dots\dots(3-1)$$

$$MG_D = \frac{MD'_D - MD'_C}{MD'_E - MD'_C} \dots\dots\dots(3-2)$$

$$MG_C = \frac{MD'_C - MD'_C}{MD'_E - MD'_C} = 0 \dots\dots\dots(3-3)$$

$$MG_B = \frac{MD'_B - MD'_C}{MD'_E - MD'_C} \dots\dots\dots(3-4)$$

$$MG_A = \frac{MD'_A - MD'_C}{MD'_E - MD'_C} \dots\dots\dots(3-5)$$

今 (2-1), (2-2), (2-3), (2-4), (2-5) 式を夫々 (3-2), (3-4), (3-5) 式に代入すれば次の如くなる。

$$MG_D = \frac{V_{0D} - V_{0C}}{V_{0E} - V_{0C}} \dots\dots\dots(4-1)$$

$$MG_B = \frac{V_{0B} - V_{0C}}{V_{0E} - V_{0C}} \dots\dots\dots(4-2)$$

$$MG_A = \frac{V_{0A} - V_{0C}}{V_{0E} - V_{0C}} \dots\dots\dots(4-3)$$

V_0 の値は濾紙上における真の泳動速度 ($\text{cm}^2 \cdot \text{volt}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$) に等しい筈で、吾々はこの事実を実験上から確めた⁽⁵⁾。Tiselius 等⁽⁶⁾は濾紙上における物質の真の泳動速度を硝子板法で測定したが、この値は液相中の泳動速度より濾紙組織を縫うため減速され、濾紙中の泳動速度を液相中のそれに換算するための易動度補正係数 l/l' ⁽⁶⁾を提案している。故に A, B, C, D, E の易動度を夫々 m_A, m_B, m_C, m_D, m_E とすれば (4-1), (4-2), (4-3) 式は次の如くなる。

$$MG_D = \frac{l/l' \cdot m_D - l/l' \cdot m_C}{l/l' \cdot m_E - l/l' \cdot m_C} = \frac{m_D - m_C}{m_E - m_C} \dots\dots\dots(5-1)$$

$$MG_B = \frac{l/l' \cdot m_B - l/l' \cdot m_C}{l/l' \cdot m_E - l/l' \cdot m_C} = \frac{m_B - m_C}{m_E - m_C} \dots\dots\dots(5-2)$$

$$MG_A = \frac{l/l' \cdot m_A - l/l' \cdot m_C}{l/l' \cdot m_E - l/l' \cdot m_C} = \frac{m_A - m_C}{m_E - m_C} \dots\dots\dots(5-3)$$

(5-1), (5-2), (5-3) 式から明らかな様にアミノ酸の相対距離比をあらわす MG 値はアミノ酸の易動度の差の比としてあらわされる。実際に (5) 式における右辺の m_A, m_B, m_C, m_D, m_E を吾々が実測し、之より算出した MG 値が、吾々の蒸発を許す水平型装置中で経験的に得た MG 実測平均値と一致すればこの事実が立証される訳である。実際吾々としては之等アミノ酸の使用緩衝液中における易動度を実測出来ないで、Tiselius 等⁽⁶⁾の硝子板法によって $l/l' \cdot m$ の値を測定し MG 値を求める他はない。アミノ酸の $l/l' \cdot m (\text{cm}^2 \cdot \text{volt}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1})$ の値については既報⁽⁶⁾で述べたが、この際中性アミノ酸の値は極端に小さいので測定出来なかった。したがって(5-1), (5-2), (5-3) 式では m_D の値がないため、この式による MG 値算出は不可能である。故に吾々は此処でアミノ酸の MG 値を便宜的に血清蛋白⁽³⁾方式に改め、最も陰極側の物質 A (アルギニン又はリジン) を基準として最も陽極側の物質 E (アスパラギン酸) との距離をとり、これを標準にして MG 値を次の様に定義することにした。

$$MG = \frac{\text{他のアミノ酸とアルギニン (又はリジン) の距離}}{\text{アスパラギン酸とアルギニン (又はリジン) の距離}}$$

之によって MG 値は前述の場合と全く同様に次の如くあらわされる。

$$MG_E = \frac{MD'_E - MD'_A}{MD'_E - MD'_A} = 1.00 \dots\dots\dots(3-6)$$

$$MG_D = \frac{MD'_D - MD'_A}{MD'_E - MD'_A} \dots\dots\dots(3-7)$$

$$MG_C = \frac{MD'_C - MD'_A}{MD'_E - MD'_A} \dots\dots\dots(3-8)$$

$$MG_B = \frac{MD'_B - MD'_A}{MD'_E - MD'_A} \dots\dots\dots(3-9)$$

$$MG_A = \frac{MD'_A - MD'_A}{MD'_E - MD'_A} = 0 \dots\dots\dots(3-10)$$

之等の式に (2-1)~(2-5) 式を代入し、同様に処理すれば MG_D, MG_C, MG_B は次の如くなる。

$$MG_D = \frac{l/l' \cdot m_D - l/l' \cdot m_A}{l/l' \cdot m_E - l/l' \cdot m_A} = \frac{m_D - m_A}{m_E - m_A} \dots\dots\dots(5-4)$$

$$MG_C = \frac{l/l' \cdot m_C - l/l' \cdot m_A}{l/l' \cdot m_E - l/l' \cdot m_A} = \frac{m_C - m_A}{m_E - m_A} \dots\dots\dots(5-5)$$

$$MG_B = \frac{l/l' \cdot m_B - l/l' \cdot m_A}{l/l' \cdot m_E - l/l' \cdot m_A} = \frac{m_B - m_A}{m_E - m_A} \dots\dots\dots(5-6)$$

第 1 表 アミノ酸の各 pH に於ける MG 値

アミノ酸 pH	アスパラ ギン酸	グルタミン酸	中性アミノ酸	ヒスチジン	アルギニン リジン
8.3 { 実計	1.00	0.92±0.03	0.34±0.03	0.30±0.02	0
	1.00	0.89	—	0.28	0
7.3 { 実計	1.00	0.87±0.03	0.38±0.03	0.24±0.03	0
	1.00	0.85	—	0.27	0
6.4 { 実計	1.00	0.85±0.04	0.45±0.03	0.18±0.02	0
	1.00	0.82	—	0.17	0
5.5 { 実計	1.00	0.82±0.03	0.50±0.02	0.09±0.03	0
	1.00	0.81	—	0.08	0
4.5 { 実計	1.00	0.78±0.04	0.54±0.03	0.04±0.02	0
	1.00	0.79	—	0.02	0

実値は懸垂型装置中の実測平均値、計は硝子板法による $l/l' \cdot m (\text{cm}^2 \cdot \text{volt}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1})$ より算出した値、磷酸緩衝液 ($\mu=0.06 \sim 0.20$)

此等の式で吾々は $l/l' \cdot m_C$ 以外の $l/l' \cdot m_{A(B,D,E)}$ は硝子板法で得た値⁽⁷⁾があるので (5-4), (5-6) 式によってグルタミン酸、ヒスチジンの MG 値が得られる。第 1 表における計算値はこの方法で求めたもので、実測値は新たに此等緩衝液中で泳動を行って得た各 20 例の平均に標準偏差を附記したものである。

第 1 表よりわかる様に両法に

よる MG 値は充分近似して居り、アミノ酸の MG 値が易動度の差の比となることがうかがわれる。

II. 血清蛋白の MG 値解析 第 1 図 (B) について同様に考察する。A', B', C', D', E' は夫々 γ グロブリン, β グロブリン, α_2 グロブリン, α_1 グロブリン, アルブミンをあらわす。今之等の MG 値を $MG_{A'}, MG_{B'}$,

$MG_{C'}$, $MG_{D'}$, $MG_{E'}$ とし, 夫々の瞬間泳動初速を $V_{0A'}$, $V_{0B'}$, $V_{0C'}$, $V_{0D'}$, $V_{0E'}$ とすればアミノ酸の場合と全く同様次式が成立する.

$$MD'_{A'(B', C', D', E')} = \frac{V_{0A'(B', C', D', E')}(\alpha'/a-1)}{\log(\alpha'/a)} + MD'_{\text{ave}} \dots \dots \dots (2-6)$$

$MD'_{A'}$, $MD'_{B'}$, $MD'_{C'}$, $MD'_{D'}$, $MD'_{E'}$ は A' , B' , C' , D' , E' の夫々の原点よりの泳動距離を示す. 既に述べた様に血清蛋白の MG 値は次の通りである.

$$MG = \frac{\gamma \text{ グロブリンと他の血清蛋白分層の距離}}{\gamma \text{ グロブリンとアルブミンの距離}}$$

故に第 1 図 (B) より夫々の MG 値は次の如くなる.

$$MG_{E'} = \frac{MD'_{E'} - MD'_{A'}}{MD'_{E'} - MD'_{A'}} = 1.00 \dots \dots \dots (3-1')$$

$$MG_{D'} = \frac{MD'_{D'} - MD'_{A'}}{MD'_{E'} - MD'_{A'}} \dots \dots \dots (3-2')$$

$$MG_{C'} = \frac{MD'_{C'} - MD'_{A'}}{MD'_{E'} - MD'_{A'}} \dots \dots \dots (3-3')$$

$$MG_{B'} = \frac{MD'_{B'} - MD'_{A'}}{MD'_{E'} - MD'_{A'}} \dots \dots \dots (3-4')$$

$$MG_{A'} = \frac{MD'_{A'} - MD'_{A'}}{MD'_{E'} - MD'_{A'}} = 0 \dots \dots \dots (3-5')$$

今 (2-6) 式を (3-2') ~ (3-4') に代入しアミノ酸と全く同様に処理すれば次の如くなる.

$$MG_{D'} = \frac{l/l' \cdot m_{D'} - l/l' \cdot m_{A'}}{l/l' \cdot m_{E'} - l/l' \cdot m_{A'}} = \frac{m_{D'} - m_{A'}}{m_{E'} - m_{A'}} \dots \dots \dots (5-7)$$

$$MG_{C'} = \frac{l/l' \cdot m_{C'} - l/l' \cdot m_{A'}}{l/l' \cdot m_{E'} - l/l' \cdot m_{A'}} = \frac{m_{C'} - m_{A'}}{m_{E'} - m_{A'}} \dots \dots \dots (5-8)$$

$$MG_{B'} = \frac{l/l' \cdot m_{B'} - l/l' \cdot m_{A'}}{l/l' \cdot m_{E'} - l/l' \cdot m_{A'}} = \frac{m_{B'} - m_{A'}}{m_{E'} - m_{A'}} \dots \dots \dots (5-9)$$

第 2 表 血清蛋白の MG 値

	アルブミン	α_1 グロブリン	α_2 グロブリン	β グロブリン	γ グロブリン	上々の真の泳動速度 $l/l' \cdot m$ ($\text{cm}^2 \cdot \text{volt}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$) を硝子板法を用いて測定した ⁽⁸⁾ ので, この値を (5-7), (5-8), (5-9) 式に代入
(A)	1.00	0.81 ± 0.03	0.59 ± 0.04	0.35 ± 0.03	0	
(B)	1.00	0.82	0.56	0.35	0	

(A) 懸垂型装置中の実測平均値

(B) 硝子板法による $l/l' \cdot m$ ($\text{cm}^2 \cdot \text{volt}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$) より算出した値

して α_1 グロブリン, α_2 グロブリン, β グロブリンの MG 値を算出し, 既に蒸発を許す水平型装置で得られた MG 実測値と比較した結果は第 2 表の如くであり, 極めて近似している.

この事実より血清蛋白の MG 値もアミノ酸の場合と同様, 易動度の差の比となることがうかがわれる.

なおこの場合吾々は血清アルブミン, α_1 , α_2 , β , γ グロブリンについて同一の l/l' を適用して解析したが, 之等の蛋白の諸物理化学的性状を考えて, 之等共通に同一の易動度補正係数を用いてよいかの疑問も起る. 若し之等フラクションの間に l/l' 値が異なるとして (5-9) 式で A' , B' , E' の l/l' を $l_A/l'_{A'}$, $l_B/l'_{B'}$, $l_E/l'_{E'}$ とすると

$$MG_B = \frac{l_B/l'_{B'} \cdot m_{B'} - l_A/l'_{A'} \cdot m_{A'}}{l_E/l'_{E'} \cdot m_{E'} - l_A/l'_{A'} \cdot m_{A'}} \dots \dots \dots (5-9')$$

となり MG 値は易動度の差の比とならず, ある一定の恒数となるが, この値が電流値, 電圧, 滴下位置, 泳動時間, 濾紙の長さの影響を除き得ることは理解出来る. この様な問題は今後に残すが第 1 表, 第 2 表で得た結果から推して, 少なくとも同族の物質では共通の l/l' を設定して差つかえないのではなからうか. なお今回の実験で使用濾紙の l/l' 値を液相中の易動度を併行測定して求めなかったのは, 濾紙上の恒温保持が不充分と思われたからである. この点も今後の問題として残したい.

要 約

アミノ酸及び血清蛋白に適用した MG 値について, 吾々の既に得た実験式を用いて解析を行い, 之等の値が物

質の易動度の差の比に近似することを証明した。

稿を終るにのぞみ、御懇篤なる御指導、御校閲を賜った大島康義教授、船津 勝助教授、種々貴重なる御意見を賜った東大松山 晃博士、当学応用物理田中 豊助教授に対し厚く感謝の意を表します。なお本稿内容は昭和 32 年 4 月の日本農芸化学会総会で報告したことを附記します。

(1) K. Sakamoto, K. Tateoka : <i>Bull. Agr. Chem. Soc. Jap.</i> , 20, 98 (1956).	(4) 坂本 清, 斎藤絹子 : 本誌, 32, 181(1958).
(2) 坂本 清, 楯岡和子 : 本誌, 30, 463(1956).	(5) 坂本 清, 斎藤絹子 : 本誌, 32, 186(1958).
(3) 坂本 清, 斎藤絹子 : 本誌, 32, 275(1958).	(6) H. G. Kunkel, A. Tiselius : <i>J. Gen. Physiol.</i> 35, 89 (1951).

ブタノール醗酵に於ける阻害因子に関する研究 (第 5 報)*

浸染菌の細菌学的特性について

根 元 茂 (合同酒精株式会社)

昭和 32 年 7 月 11 日 受 理

緒 言

著者は第 1 報～第 4 報に於て緩慢醗酵につき報告し、その実態並に浸染菌につき検討したが、この浸染菌の細菌学的特性を調査し、分類学上の位置を決定した。以下これにつき報告する。

実 験 の 部

I. 浸染菌 No. 2 の諸性質

1) 形態学的性質

栄養細胞；桿菌 $0.6 \sim 0.8 \mu \times 3 \sim 4 \mu$, 菌端やや鈍円をなす。発芽後 7～8 時間にて長連鎖をなし、後分れて単独又は双生。稀に長連鎖のまま残る。運動性；有り。

孢子囊細胞；肉汁寒天培養にて 22 時間後殆んど孢子囊細胞となる。孢子は細胞の中央又は中央近くに内生し、造胞する時に特に膨脹せず。

孢子；卵円形、やや細長きも長径は短径の 2 倍以内。 $0.8 \mu \times 1.5 \mu$ 。

発芽；equatorial。 染色性；グラム染色陽性。

2) 培養的性質

肉汁寒天；初め培養基は溷濁し、後殆んど透明となる。液面上に平滑な薄い白色の被膜を形成し、漸次皺紋を生じ、堅固となり、光沢を有す。液はやや黄色を帯び、ガスの発生なし。

麴汁培養；培養基はやや黄色を帯び、全体に渡って薄く溷濁をなし、後澄明となる。ガスの発生なし、被膜は微黄色を帯びた白色、強靱、厚く皺紋を有す。肉汁に比し発育が非常に速い。

馬鈴薯培養；培養基上に一樣に拡がり、皺紋は黄灰色、周辺に色素の生産を認めず。湿潤性を帯び、菌膜は粘度なく次第に乾燥し粉状となる。別に光沢なし。

肉汁寒天培養；細き皺紋状によく繁殖し、黄白色、無光沢にて培養基によく附着す。粘度なし。

3) 生理的性質

ゼラチン培養；表面に繁殖し、白色噴火状によく液化する。 硫化水素の生成；僅かに発生す。

カタラーゼ反応；陽性。 アンモニアの発生；陽性。 牛乳凝固性；ペプトン化。

硝酸塩還元性；陽性。 アセチルメチルカービノール；生産す。 孢子の耐熱性；1 時間以上。

炭水化物よりの生酸性；ブドー糖、蔗糖、麦芽糖、キシロース、デキストリン、マンニットより生酸し、乳糖、ガラクトースより生酸せず。

II. 浸染菌 No. 4 の諸性質

* Studies on the Inhibitory Factors in Acetone-Butanol Fermentation. Part V. Microbiological Characteristics of Contaminated Bacteria.
By Shigeru NEMOTO (Godo-Shusei Inc.)