ゼラチン, アガロースおよびこんにゃくマンナゲルの レオロジー的性質の pH 依存性

渡 瀬 峰 男*

The pH Dependence of the Rheological Properties of Hydrogels of Gelatin, Agarose and Konjak Mannan

MINEO WATASE*

Stress relaxation tests were carried out on agarose, gelatin (the alkaline process and the acid process) and konjak mannan gels by using a chainomatic balance relaxometer to investigate the influence of pH on the rheological properties of these gels. The gels with various pH values ranging from 1.5 to 12.5 were prepared. The stress relaxation curves were analyzed using a six element mechanical model consisting of three Maxwell element in parallel. Ultrasonic attenuation of gelatin and agarose was determined by pulse method to investigate the change occurred by the sol-gel transformation of these gels. The elastic modulus E_1 of Maxwell element with the longest relaxation time τ_1 , which is supposed to correspond to the main network structure in these gels, were nearly constant through the pH range from about 5 to 9. The sharp decrease in E_1 were observed in lower and higher pH values. Magnitude of E_1 of konjak mannan gels increased with increase of pH up to 11.3–12.6. The apparent activation energy for τ_1 were maintained to be about 5–9 kcal/mol within the range, which was nearly equal to that for the neutral of agarose and gelatin gels.

(Received Jan. 11, 1978)

典型的な熱可逆性ゲルであるゼラチンおよびアガロース水溶液ゲルの弾性率の pH 依存性を調べるためにレオロジー的研究を行なった。寒天はアガロースとアガロベクチンの 2 成分からなっており、アガロースは D-ガラクトースと 3, 6 アンヒドロ-L-ガラクトースのみよりなる鎖状多糖類で、寒天の力学的挙動の大部分を占めている^{1,2)}。ゼラチンとアガロースは化学的にもレオロジー的にもかなり差異がある。例えば、両者のレオロジー的な比較をした場合、低温において (5~20℃) 両者の弾性率がほぼ同じ値を示すときの両者のゲル濃度、ゲルの融解温度およびゲル化開始温度等においてかなりの差が見られる。以上のような相違点があるにもかかわらず弾性率の pH 依存性が類似することは食品化学的に興味のあるところである。

今回、著者は酸処理ゼラチン、アルカリ処理ゼラチンおよびアガロースの熱可逆性ゲルとこんにゃくマンナン

ゲルの熱不可逆性ゲルについて、種々の濃度の試料ゲルを作り、鎖式応力緩和計を用いて応力緩和実験を行なった。

得られた緩和曲線のうち規準温度における緩和曲線を固定し、時間軸にそって水平移動すると時間軸に広がった 1 本の合成緩和曲線が得られる。アガロース、ゼラチンおよびこんにゃくマンナゲルから得られた緩和曲線から合成緩和曲線を作ると、それぞれ緩和曲線の長時間側に大きなずれが生じて合成緩和曲線を作れなかった。荒川は寒天ゲルの緩和曲線から合成緩和曲線を作ることには困難であると報告³⁾している。著者もこれまでに海藻多糖類水溶液ゲルについて合成緩和曲線を試みた。しかし、緩和曲線間の短時間側と長時間側の移動因子の a_T の差が大きく、再現性のある合成緩和曲線は作れなかった。その上、複雑な構造を有する天然高分子電解質のゲル化機構は今だにはっきりとした結論にいたっていない。

* 静岡大学教養部化学教室 (静岡県, 静岡市大谷)

Department of Liberal Arts, Shizuoka University, Shizuoka-ken

以上のことから, これまでと同様に Maxwell 模型を並列にした 6 要素模型で解析し, その結果について考察を行なった。

さらにアガロースおよびゼラチン水溶液について超音波測定装置を用いてゲル化開始温度およびゲルの融解温度を測定した。

実 験

1. 試料

試料ゼラチンは市販品の粒状試料を用いた。粘度測定⁴⁾から求めた酸処理ゼラチン試料およびアルカリ処理ゼラチン試料の等電点はそれぞれ pH 8.1 と pH 4.7 である。また, SCATCHARD, G. らの粘度式⁵⁾から求めた分子量はそれぞれ 48000 と 45000 である。アガロースはこれまでと同様の方法で伊豆産マクサから抽出し, アガロースとアガロベクチンに分けた。こんにゃくマンナンは静岡産で既報⁶⁾の粘度式から求めた分子量は約 1.8×10^5 である。

2. 超音波測定

0.5%アガロースおよび 5%ゼラチン水溶液のゲル化開始温度とゲルの融解温度を調べるために超音波測定装置を用いて超音波減衰の相対値を測定した。ゲルの超音波による実験装置は既報⁴⁾と同じ装置を使用した。これはゲルの温度変化に際しての超音波減衰の変化を調べることを目的とした装置であり, 使用周波数は 3 MHz で, 試料セルの受信水晶と送信水晶距離は固定されている。温度は初めに 80℃から 5℃まで下げて測定し, ついで逆に 5℃から 80℃まで温度を上げて測定を行った。温度は 4 分間に 1℃の割合で変化させた。測定は通常のパルス法の原理と全く同様であり, 試料中を通過, 減衰させられたパルスと直接のパルスとを補償法で比較することにより, 減衰器の読みとして表示される。

3. 試料ゲルの応力緩和測定法

試料ゲルの作製は既報⁴⁾とまったく同様に行なった。ゼラチンおよびアガロース試料を緩衝溶液⁷⁾中で充分膨潤させてから加熱溶解した。pH メーターを用いて $50 \pm 1^\circ\text{C}$ の試料溶液の pH を測定した。試料ゲルの作製については既報⁸⁾と同じ方法で行なった。その結果, ゼラチン濃度は 17.5%および 40%, アガロース濃度は 2.5%および 5%である。また, こんにゃくマンナン濃度は 4.5%である。装置, 方法の詳細は既報⁹⁾を参照されたい。

結果および考察

1. ゼラチンおよびアガロース水溶液のゲル化およびゲルの融解にともなう超音波減衰の変化

超音波実験装置を用いて, アガロース水系およびゼラチン水系の温度変化に対するゲル化およびゲルの溶解にともなう超音波減衰の変化を測定した。測定温度範囲は 5~80℃である。冷却および加熱速度によってゲル化開始温度やゲルの融解温度は異なる。このゲル化開始点の冷却および加熱速度による変化は (Fig. 1 (a)(b)), 主と

Fig. 1 (a) Relationship between the relative values of ultrasonic attenuation and the temperature of 0.5% agarose aqueous solution

Fig. 1 (b) Relationship between the relative values of ultrasonic attenuation and the temperature of 5% gelatin (the alkaline process) aqueous solution

してゾル中でゲル化開始にともなうマクロ粒子の生成による分散の寄与が主要因であるとみられる。アガロース濃度 0.5%およびゼラチン濃度 5%のゲル化開始温度およびゲルの融解温度を実験した。温度は 4 分間に 1℃の割合で変化させた。測定の順序としては, 高温のゲル状態から開始して, それを冷却してゲル化させた (○印),

Table 1. Constants of Mechanical Model

—Agarose 5.0%— (pH 7.0)							
Temp. (°C)	E ₁	E ₂	E ₃	E ₀	τ ₁	τ ₂	τ ₃
	(10 ⁵ dyn/cm ²)				(hr)	(min)	
25.0	15.0	3.3	12.2	31.0	72.1	15.1	1.6
35.0	13.2	3.6	10.4	27.2	62.4	15.7	1.8
45.0	11.3	2.7	10.3	24.3	51.8	20.2	2.3
55.0	8.5	2.6	8.0	19.1	41.8	20.6	2.4
(pH 4.0)							
25.0	10.5	2.9	10.2	23.6	61.0	16.1	1.8
35.0	9.3	2.8	9.6	21.7	53.1	18.2	1.9
45.0	8.6	2.7	8.3	19.6	42.2	20.4	2.3
55.0	4.4	2.3	8.0	14.7	30.8	22.6	3.0
—Acid processed gelatin 40%— (pH 7.0)							
10.0	25.0	4.8	5.0	34.8	44.2	37.1	1.5
12.5	22.0	4.1	4.0	30.1	28.2	37.0	1.6
15.0	19.0	4.2	3.8	27.0	34.1	37.0	1.7
17.5	15.5	4.1	3.8	23.4	28.8	37.7	2.0
20.0	12.0	4.1	3.3	19.4	26.6	37.6	2.1
22.5	8.5	3.0	2.6	14.1	20.2	36.0	2.2
25.0	3.4	1.8	1.7	6.9	15.8	36.0	2.2
27.5	1.8	1.6	0.8	4.2	8.1	38.5	2.4
30.0	0.4	0.6	0.5	1.5	6.3	38.8	3.0
(pH 3.3)							
10.0	24.2	4.9	4.8	33.9	38.8	37.6	1.6
12.5	20.5	4.3	4.0	28.8	33.6	37.3	1.7
15.0	18.0	4.0	3.8	25.8	27.8	38.0	1.8
17.5	14.0	4.0	3.7	21.7	23.0	37.0	1.7
20.0	8.5	3.6	3.1	15.2	18.8	37.7	2.0
22.5	5.1	3.1	2.5	10.7	16.6	39.0	2.2
25.0	1.4	1.7	0.8	3.9	10.6	40.2	2.4
27.5	0.4	1.4	0.7	2.5	7.7	39.1	3.3
—Alkaline processed gelatin 40%— (pH 7.0)							
10.0	16.0	2.4	1.6	20.0	43.5	28.1	1.8
12.5	13.8	2.5	1.5	17.8	37.2	28.4	1.7
15.0	9.9	2.5	1.6	14.0	32.8	28.0	1.9
17.5	7.1	3.0	1.6	11.7	27.0	31.2	1.7
20.0	5.1	3.1	1.8	10.0	19.8	34.4	2.2
22.5	4.0	3.2	1.8	9.0	14.6	34.2	2.3
25.0	2.4	3.3	1.8	7.5	8.1	28.8	2.5
27.5	0.4	2.4	1.3	4.1	2.3	28.4	3.0
(pH 3.3)							
10.0	14.0	2.4	1.5	17.9	39.8	28.3	1.8
12.5	11.9	2.6	1.6	16.7	33.4	29.4	1.7
15.0	9.0	3.0	1.6	13.6	27.8	32.3	2.1
17.5	6.0	3.6	1.8	11.4	22.8	33.6	2.2
20.0	2.8	3.1	1.5	7.4	16.6	31.6	2.2
22.5	1.3	2.5	1.4	5.2	10.2	29.2	2.4
25.0	0.4	1.5	0.8	2.7	7.6	30.2	2.9

—Konjak mannan 4.5%—
(pH 12.4)

Temp. (°C)	E ₁	E ₂	E ₃	E ₀	τ ₁	τ ₂	τ ₃
	(10 ⁵ dyn/cm ²)				(hr)	(min)	
25.0	2.7	0.8	0.4	3.9	9.8	10.6	1.1
35.0	3.1	1.3	0.6	5.0	6.7	11.5	1.5
45.0	3.4	1.5	0.8	5.7	5.2	12.4	1.8
55.0	4.0	2.0	1.0	7.0	3.3	16.6	2.1
(pH 11.3)							
25.0	1.7	0.4	0.4	2.5	7.1	11.8	1.2
35.0	1.8	0.6	0.4	2.8	5.6	12.1	1.9
45.0	1.9	0.8	0.5	3.2	4.4	12.9	1.8
55.0	2.3	1.0	0.8	4.1	2.6	17.6	2.1

ついで濃度を上げてゾルに変換させて(●印)測定を続けた。見やすくするために横軸温度は減少方向にとった。その結果、ゼラチンおよびアガロースのゲル化開始温度は 19°C と 39°C である。ゲルの融解温度は前者は 28°C であり、後者は 76°C であった。Fig. 1 において点 (a)→(b)→(c) は温度低下曲線(ゲル化過程、(a) がゲル化開始温度)であり、(c)→(d)→(e) は温度上昇曲線(ゲルの融解過程、(e) がゲルの融解温度)である。Fig. 1 から明らかなようにゼラチンはアガロースの 10 倍の濃度であるにもかかわらず、ゲル化の開始温度およびゲルの融解温度ともかなり低い。ゼラチンおよびアガロース水溶液のゲル化開始温度とゲルの融解温度の差は、前者の場合 9°C であり、後者の場合は 37°C であった。

2. 応力緩和曲線および解析

緩衝溶液を用いて pH 1.5~12.7 の範囲内で、酸処理およびアルカリ処理ゼラチン濃度 17.5% および 40% について、アガロース濃度 2.5% および 5.0% について、こんにゃくマンナン濃度 4.5% についての試料ゲルを作り鎖式応力緩和計を用いて応力緩和実験を行なった。以上のうち酸処理ゼラチンおよびアルカリ処理ゼラチンゲルの場合 40%、アガロースゲルの場合 5.0%、こんにゃくマンナンゲルの場合 4.5% について 4 時間までの応力緩和曲線を Fig. 2 (a)~(d) に例示した。これらの緩和曲線を既報⁹⁾と同様、3 個の Maxwell 要素を並列にした 6 要素模型を用いて解析した。方法の詳細は既報⁹⁾を参照されたい。

緩和ヤング率 $E_r(t)$ はつぎの式(1)で表わされる。

$$E_r(t) = \sum_{i=1}^6 E_i \exp(-t/\tau_i) \quad (1)$$

ただし、 $\tau_i = \eta_i/E_i$ 、 $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$ 、 $E_1, E_2, E_3, \eta_1, \eta_2, \eta_3$ はそれぞれ Maxwell 要素の弾性率および粘性率である。なお瞬間弾性率 E_0 は

Fig. 2 (a) Relaxation curves for 5% agarose gels at various temperatures

○: pH 7.0, ●: pH 4.0

Fig. 2 (b) Relaxation curves for 40% gelatin (the acid process) gels at various temperatures

○: pH 7.0, ●: pH 3.3

Fig. 2 (c) Relaxation curves for 40% gelatin (the alkaline process) gels at various temperatures

○: pH 7.0, ●: pH 3.3

Fig. 2 (d) Relaxation curves for 4.5% konjak mannan gels at various temperatures

Solid line; pH 12.7. Dotted line; pH 11.3

○: 55°C, ●: 45°C, △: 35°C, ▲: 25°C

$$E_0 = \sum_{i=1}^8 E_i \quad (2)$$

で与えられる。得られた緩和曲線について解析した結果のうち, Fig. 2 (a)~(d)に関するものを Table 1 に示す。

3. 弾性率 E_1 の pH 依存性

弾性率 E_1 は最長緩和時間の緩和機構に属する弾性定数でゲルの主要 3 次元構造に対応するものと考えられる。 E_1 の pH 依存性について Fig. 3 (a)~(d)に示されている。図から明らかにアルカリ処理ゼラチンゲルと酸処理ゼラチンゲルの E_1 の pH 依存性はよく似ている。また, ゼラチンゲルとアガロースゲルの E_1 の pH 依存性も類似した傾向を示した。ゼラチンおよびアガロースゲルは pH が約 5 から 9 までの範囲では, E_1 はほぼ同じ値を示した。pH が 3 以下では pH の減少とともに E_1 は急激に低下した。同様に pH が 9 を越すと pH の増加とともに E_1 は急激に低下した。以上の傾向は, 17.5%ゼラチンゲルおよび 2.5%アガロースゲルにおい

ても全く類似している。

こんにゃくマンナンゲルの場合は, Fig. 3 (d)から明らかのように pH が約 11 から 12.6 までは pH の増加につれて E_1 は増大した。その後, pH の増加につれて E_1 は急激に低下し, pH が約 13 のときゲルの成型はできなかった。同様に pH が 11 以下でもゲルの成型はできなかった。

pH が 7 のときの E_1 を 100%として, pH を 1.5~12.5 まで変えたとき, E_1 がどのように変わるか (相対弾性率, $E_1/E_1, \text{pH}=7$) を調べた。ゼラチンゲルおよびアガロースゲルとも, pH の値の小さいところと大きなところでの相対弾性率の減少傾向は測定温度の増加につれて著しく増大した。

4. 見かけの活性化エネルギー

最長緩和時間 τ_1 の温度依存性から見かけの活性化エネルギー

$$\Delta H = R \partial \ln \tau_1 / \partial (1/T) \quad (3)$$

Fig. 3 (a) Relationship between elastic modulus, E_1 of 5% agarose gels and pH at various temperatures

Fig. 3 (b) Relationship between elastic modulus, E_1 of 40% gelatin (the acid process) gels and pH at various temperatures

Fig. 3 (c) Relationship between elastic modulus, E_1 of 40% gelatin (the alkaline process) gels and pH at various temperatures

Fig. 3 (d) Relationship between elastic modulus, E_1 of 4.5% konjak mannan gels and pH at various temperatures

が求められる。

17.5%および40%アルカリ処理ゼラチンおよび酸処理ゼラチンゲル, 2.5%および5%アガロースゲルおよび4.5%こんにゃくマンナンゲルについての ΔH の値を Table 2 に示した。Table 2 からかなように各試料ゲルの ΔH の平均値は約 5~9 kcal/mol であった。

考 察

ゲルの主要3次元構造に対応すると見られる E_1 および τ_1 はゼラチンゲルおよびアガロースゲルとも pH 5~9 の範囲でほぼ一定値を示した。両者の E_1 の pH 依存性はゲル濃度に依存しない。また, pH 8 附近の E_1 の値

Table 2. The calculated Apparent Activation Energies

—Agarose—		
pH	2.5%	5%
	(kcal/mol)	
4.0	5.4	4.8
5.0	4.6	4.2
6.0	4.4	4.4
7.0	4.6	4.4
8.0	4.3	4.3
9.3	4.4	4.4
10.2	4.6	4.8
12.5	4.6	4.8
mean	4.6	4.5

—Acid processed gelatin—		—Alkaline processed gelatin—		
pH	17.5%	40%	17.5%	40%
	(kcal/mol)			
3.3	10.6	8.7	10.2	9.8
3.7	9.0	8.5	9.1	8.8
4.2	7.9	8.1	8.3	8.4
5.0	7.8	7.8	8.4	8.2
7.0	7.7	7.6	7.8	8.9
8.3	7.7	7.7	7.8	8.2
9.0	8.4	7.6	8.4	8.4
9.9	9.4	8.8	8.8	9.0
mean	8.6	8.1	8.6	8.7

—Konjak mannan—	
pH	4.5%
	(kcal/mol)
11.3	8.0
11.5	8.1
11.8	8.1
12.1	8.0
12.4	8.1
12.6	8.3
mean	8.1

が最も高いという類似した傾向を示した。しかし, 超音波減衰測定から明らかなようにゼラチンとアガロースではゲルの融解温度とゲル化開始温度の差がかなりある。また, 両者は化学的にもレオロジー的にもかなりの差異がある。アルカリ処理ゼラチンと酸処理ゼラチンは等電点は異なっているが, 両者の E_1 の pH 依存性が極めてよく似た傾向を示した。ゼラチンゲルの剛性率の pH 依存性⁶⁾ および寒天ゲルのレオロジー的性質の pH 依存性¹⁰⁾ についての結果と比較した場合においても, よく似た傾向が見られる。さらに, τ_1 の温度依存性から求めた $4H$ が約 5~9 kcal/mol の範囲にあった。これはゼラチ

ンおよびアガロースの鎖状分子間の結合部の数密度が pH 5 から 9 までの範囲でほぼ一定であり, その分子鎖間の橋かけ点の質点変化がないことを示すものである。この pH 範囲内ではゲルの 3 次元構造において主要な役割を演ずるアガロースおよびゼラチン分子鎖間の 2 次結合について, その結合部の化学構造はほぼ一定の構造を有していると思われる。その橋かけ点の本質については, 水素結合, 疎水結合, あるいは静電的相互作用などからなるといわれているが, まだはっきりしていない。

こんにゃくマンナンゲルの場合は pH 11.3 から pH 約 12.6 まで, pH の増加とともに E_1 は増大し, pH 12.6 で E_1 の極大値が現われた。その後, pH の増加につれて E_1 は急激に低下した。こんにゃく分子は側鎖的に結合した原子団の立体障害作用やイオン化作用のために会合が防止され水溶性が保たれているといわれている。アルカリの作用によってこれらの因子がとり除かれると分子は不可逆的に会合してゲルとなる^{6,11)}。水に不溶性で熱に安定な網目構造の橋かけ点の数密度が pH 11 を越すと増加して, pH 約 12.6 附近で最大となる。その後, pH の増加で E_1 が急激に低下したことは, こんにゃくマンナン分子内部の配位に変化がおこったものと考えられる。

結 論

ゼラチンおよびアガロース水溶液について超音波測定装置を用いて熱可逆的ゾル-ゲル変化換を測定した。さらに, 酸処理ゼラチンゲル, アルカリ処理ゼラチンゲル, アガロースゲルおよびこんにゃくマンナンゲルのレオロジー的性質の pH 依存性を調べるために, 鎖式応力緩和計を用いて応力緩和実験を行なった。ゼラチンおよびアガロース水溶液のゾル-ゲル変換にともなう超音波減衰の相対値の変化から, 両者のゲル化開始温度とゲルの融解温度を測定した。その結果, ゲル化開始温度とゲルの融解温度の差は両者でかなりの相違が見られた。

酸処理ゼラチンゲル, アルカリ処理ゼラチンゲルおよびアガロースゲルの E_1 の pH 依存性は類似した傾向を示し, pH 約 4 から 8 の範囲内で E_1 はほぼ一定値を示した。また, pH がこの範囲内では, 見かけの活性化エネルギーが約 5~9 kcal/mol であった。 E_1 の急激な減少傾向は pH 3 以下および pH 9 以上で見られた。いつぼう, こんにゃくマンナンゲルの場合, pH 11.3~12.6 までの範囲では pH の増加とともに E_1 は増大した。その後, pH の増加とともに E_1 は急激に低下し, pH 約 13 ではゲルの成型が出来なかった。

以上の結果、ゼラチンゲルおよびアガロースゲルの E_1 の pH 依存性は pH 約 5~9 の範囲では一定構造を有するものと考えられる。

文 献

- 1) WATASE, M., ARAKAWA, K.: *Bull. Chem. Soc. Japan*, **41**, 1830 (1968); 渡瀬峰男・荒川 泓; 日化, **91**, 324 (1970).
- 2) REES, D.A.: *Biochem. J.*, **126**, 257 (1972); REES, D.A.: *Advan. Carbohydr. Chem. Biochem.*, **24**, 267 (1969).
- 3) ARAKAWA, K.: *Bull. Chem. Soc. Japan*, **35**, 309 (1962).
- 4) 渡瀬峰男: 食品工誌, **23**, 425 (1976); 渡瀬峰男; 日化, 1416 (1977).
- 5) WARD, A.G., SAUNDERS, P.R.: "Rheology", Academic Press Inc., New York (1958) Vol. II (edited by Elrich, F.R.), p. 313.
- 6) 平井西夫: 日化, **75**, 248 (1954); 渡瀬峰男, 食品工誌, **22**, 488 (1975).
- 7) 鮫島実三郎: 物理化学実験法 (裳華房) p. 298; 新実験化学講座 I, 基本操作, 日本化学会編 (丸喜) 1975, p. 185.
- 8) 渡瀬峰男・荒川 泓: 日化, **88**, 317 (1967), **90**, 658 (1969).
- 9) 渡瀬峰男: 食品工誌, **17**, 252 (1970).
- 10) 渡瀬峰男・荒川 泓: 日化, **90**, 996 (1969).
- 11) 町田誠之: 天然高分子化合物 II, (大有機化学 20 巻) 朝倉書店, p. 216.

(昭和53年1月11日受理)

新 刊 紹 介

The Composition of Foods (Mc Cance and Widdowson's)

Fourth revised and extended edition of MRC Special Report No. 297

By A.A. Poul and D.A.T. Southgate

本書は、1960年に第3版として Mc Cance と Widdowson とがまとめ、Medical Research Council (MRC) の特別報告として公表された、英国における唯一の食品成分表を、全面的に著者らが改訂し第4版として刊行したものである。わが国および米国でも現在食品成分表の改訂が大きく進行中であるが、これらは国の機関で編集されているのに対し、英国のは主として著者らが政府から資金の援助を受け、約10年間にわたって分析し、データを集収して編集したものである。収載食品数は969(663)と大幅に増加し、成分項目は水分、糖類(食品により糖の種類異なる)、でんぷんとデキストリン(食品群によりなし)、食用繊維(Dietary fiber)、全窒素、エネルギー(kcal と kJ)、蛋白質、脂質、炭水化物、無機成分(Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn, S, Cl)、ビタミン(レチ

ノール、カロチン、D, サイアミン、リボフラビン、ニコチン酸、トリプトファンからのニコチン酸、C, 葉酸、パントテン酸、ビオチン) とかなり多くなった。3版に比べ炭水化物類の内容が分別され、かつ食用繊維が収載された。Zn の項目とビタミンの項目が大幅に追加された。別表にアミノ酸、脂肪酸、コレステロール、フィチン酸、ヨウ素、有機酸が収載されている。英国の表は灰分と差し引きによる糖質がなく、実測値を示しており食品成分表としては独自の立場にたっている。解説のページは食品成分、食品学、食品分析法などにわたって詳細であり約200ページに及ぶほう大なものとなった。著者らは Cambridge, Dunn Nutritional Laboratory におり、とくに Dr. Southgate は食品分析法の報告も多く、食品分析と成分の第一人者であり、本書の解説は食品成分学(?) としてみるとき独特な内容をもっている。

Elsevier/North-Holland Biomedical Press (335 Jan van galenstraat, PO Box 211, Amsterdam, The Netherlands) B5 大版, 420 ページ, 価格 19,000 円ぐらい