

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006～2008

課題番号：18500567

研究課題名 (和文) 消臭機能を持つ快適なオムツ素材の開発に関する研究

研究課題名 (英文) Study on Development of Comfortable Diaper Materials with Deodorization Ability

研究代表者

仲西 正 (NAKANISHI TADASHI)

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・准教授

研究者番号：90198143

研究成果の概要：高齢者にも適した消臭機能を持つオムツ素材の開発に関して基礎的な研究を行った。合成および天然の水溶性高分子からなるゲルを調製し吸水材モデルとした。得られたゲルについて、NaCl などの単純な塩類やアミノ酸などを含む水溶液の吸水状態をゲルの膨潤度を測定することにより評価した。示差熱分析を用いてゲル中の水の状態を検討した。消臭機能付加の可能性を検討するため、直接染料のゲルへの吸着とゲル膨潤との関係を調べた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,900,000	0	1,900,000
2007年度	700,000	210,000	910,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	480,000	3,980,000

研究分野：衣生活材料学

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：オムツ，高分子ゲル，膨潤挙動，消臭

1. 研究開始当初の背景

わが国では、2005年に65歳以上の高齢者人口の総人口に占める割合が初めて20%を超えた。高齢者自身と介護者などに対する快適な生活環境の整備が急務となってきた。また、本研究でオムツ素材として取り扱う「高分子ゲル」については、1978年にマサチューセッツ工科大学教授田中豊一が体積相転移現象を発見して以降、日本および世界中で積極的に膨潤挙動などの研究がなされてきていた。

2. 研究の目的

高齢化社会への移行に対応して、衣材料や生活材料に様々な機能化素材の投入が必要

となってきた。例えば高吸水機能を持つオムツ素材や消臭機能を持つ衣服・寝具素材などである。オムツの吸水性素材としては、従来の紙や布などの繊維製品にかわり、合成高分子の網目構造からなるゲル材料が用いられてきている。ゲルは、高い吸水能を持つこと、ゴム弾性を有すること、そして温度やゲル周囲の溶液組成などの外部条件によって大きな膨潤や収縮を示すことなどに特徴があり、今後も新しい生活機能材料となりうる可能性を秘めている。現在実用化されている合成高分子ゲル材料を使用したオムツは、吸水性に関してはかなり満足できるレベルにあるが、高齢者自身や介護者などの快適性を考えると、消臭性や尿の安定的な保持性などに関

しては、まだ不十分である。本研究では、ゲル材料からなり、尿量が乳児よりも多い高齢者などに適し、かつ、消臭機能性をも付与した高機能オムツ素材の設計指針を得ることを目的とする。

本研究は次の4つの具体的な研究テーマから成り立つ。

- 1) オムツの母体となる、放射線架橋による水溶性高分子からなる高分子ゲルの調製条件を確定すること。
- 2) 得られたゲルの尿モデル水溶液中での膨潤度を、塩濃度、pHなどを変化させて測定すること。塩の種類を選定は尿中成分を念頭に置きながらアミノ酸や単純な電解質とする。
- 3) 示差熱分析を用いて、ゲルに含まれる水の状態を検討し、ゲルの塩収着挙動と膨潤挙動に及ぼすゲル中水の役割を明らかにすること。
- 4) 膨潤度の測定条件に対応して、直接染料などの収着量を測定し、ゲル膨潤と物質収着の関係を把握すること。これは消臭機能付加に関する研究である。

本研究成果報告書では、これらの研究のうち重要な3つの研究例を取り上げて報告する。以下に個別の研究題目と目的を述べる。

- (1) アミノ酸水溶液中におけるポリエチレンオキシド (PEO) およびポリビニルアルコール (PVA) ゲルの膨潤挙動

PEO はポリエチレングリコールとも呼ばれる水溶性の高分子である。PEO の分子量は200 から数百万と幅広い。水への完全な溶解性、低い毒性、熱可塑性などの実用特性を持ち、樹脂として多数の日用品に使用されている。この PEO 水溶液を放射線照射によって分子間架橋した PEO ゲルおよび対照の PVA ゲルを本研究の対象とする。高分子ゲルとは高分子鎖間が架橋されて三次元的に網目構造になった高分子が溶媒を吸収して膨潤したものである。1980年代に入り、ゲルを取りまく物理化学的環境（溶媒組成、溶質濃度、温度、pH など）の変化によって、ゲルは可逆的、不連続的に膨潤収縮することが明らかになってきた。また、すでに水溶液系において、PEO とアミノ酸の相互作用の大きさが、アミノ酸の種類により異なることが報告されている (K. Sasahara, H. Uedaira, *Colloid Polym. Sci.*, **271**, 1035 (1993) など)。ゲル系における同様の研究例はまだなく興味を持たれるところである。そこで本研究ではアミノ酸中における PEO ゲルの膨潤挙動について調べる。

本研究では PEO 水溶液を用い、円柱状のハイドロゲルを調製し、それらを各種アミノ酸に浸漬して、ゲルの直径変化により膨潤挙動を観察する。結果について、ゲル系と水溶液系の比較を通して、ゲル-アミノ酸間の相互

作用の解明を試みる。そして、高機能を持ったゲル設計を可能にし、オムツなどの生活材料に応用していくことを目的とする。

- (2) PVA ゲル膜中の水の状態と塩収着量

含水ゲル系では、外部溶液の溶質は主にゲル中の水に溶解・拡散することから、ゲル中の水の状態がゲルの外部溶液吸収性に大きく関係していると考えられる。従来の他者の研究でゲル膜中の水には熱分析的に3つの状態があることが知られている。基質と強い相互作用をしていて凍結しない不凍水、反対に高分子基質にほとんど影響を受けなく 0°C で凍結する自由水、その間に存在して高分子基質と弱く相互作用しており 0°C 以下で凍結する凍結結合水である。

そこで本研究では、種々の含水率の PVA ゲル膜を調製し、得られた膜に対して硝酸塩を用い塩収着量および塩の分配係数を測定するとともに、膜中水の状態を DSC 測定により解析し、膜中水の状態と塩の選択的溶解性の関係を検討することを目的とする。

- (3) コンゴレッド水溶液中における PVA ゲルの染料収着と膨潤

高分子ゲルは、医療、食品など様々な分野で用いられており、多くの基礎的、応用的研究がなされている。高分子ゲルは、温度、pH、溶媒組成などの外部環境により、膨潤収縮する性質がある。高分子ゲルを構成する高分子と特異的に相互作用する物質を溶媒に加えることによって、ゲルの膨潤収縮を制御することが可能になる。

本研究で扱う PVA は、直接染料と相互作用し、特にコンゴレッドで顕著であることが知られている。その理由は、コンゴレッドが直線状分子であるため PVA 鎖と重なりやすく、また、コンゴレッドは水酸基を持ち PVA と水素結合するためであると考えられる。しかし、この特異的な PVA とコンゴレッドの相互作用について、水溶液系の研究はいくつか見られるが、PVA ゲル-コンゴレッド水溶液系の研究例はまだ少ない。また、私の研究グループでは、すでに綿布を直接染料と銅塩を用いて媒染染色することで消臭機能繊維が調製できることを確認している (Y. Kobayashi, A. Sekiguchi, T. Nakanishi, J. Komiyama, Deodorizing properties of cotton fabrics dyed with direct dyes and a copper salt, *Textile Research Journal*, **72**, 1088-1092 (2002) など)。ゲルの直接染料収着性を調べることは、ゲルに消臭機能付与には欠かすことのできないと考えられる。

本研究では、コンゴレッド濃度の違いによる PVA ゲルのコンゴレッド収着量および膨潤度の変化を観察し、ゲルの物質収着性と膨潤に関する基礎的知見を得ることを目的とする。

本研究では、コンゴレッド濃度の違いによる PVA ゲルのコンゴレッド収着量および膨潤度の変化を観察し、ゲルの物質収着性と膨潤に関する基礎的知見を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) アミノ酸水溶液中における PEO および PVA ゲルの膨潤挙動

① PEO および PVA ゲルの調製

PEO (M.W. = 5×10^5 , 和光純薬) に蒸留水を加え、室温で約 72 時間攪拌し、8, 12 wt% 溶液を調製した。PVA (重合度約 2000, 鹼化度 99~100%, ナカライテスク) はメタノールで 13 時間精製し、デシケーターと真空乾燥器で乾燥させた。精製した PVA を蒸留水に加え、攪拌しながら加熱溶解し 8, 12 wt% 溶液を調製した。両水溶液とも数回脱泡を行った。PEO または PVA 水溶液を試験管に入れ、内径約 0.2 mm のガラスキャピラリーを約 20 本入れた。弾性率測定用は、内径 18 mm の試験管に約 20 ml の溶液を入れた。室温で一晩放置した後、 ^{60}Co の γ 線を 25–100 kGy 照射しゲル化した。取り出したゲルは蒸留水中で保存した。

② ゲルの膨潤度測定

ゲルの直径は倒立顕微鏡(CX40, オリンパス)により測定した。ゲルを各外部水溶液に浸漬し、膨潤平衡に達した約 24–48 時間後、ゲルの直径を測定した。測定は恒温槽を用いて 25 °C で行った。外部水溶液中と蒸留水中での直径の比 d/d_w で膨潤度を表した。外部溶液としては、グリシン, L-アラニン, L-セリン, L(-)-トレオニン (和光純薬, 以下 Gly, Ala, Ser, Thr と略す) の 0.1–1000 mM, グリコール酸, L-乳酸(和光純薬), DL-りんご酸 (関東化学) の 10–2000 mM 水溶液を用いた。10, 100 mM の Gly, Ser 水溶液については HCl または NaOH を加えて pH を調整した。調製した水溶液の pH は Gly は pH 2.8–9.1, Ser は pH 1.2–11.2 の範囲とした。

③ ゲルの圧縮弾性率測定

ゲルの圧縮弾性率測定には小型卓上試験機(EZTest, 島津製作所)を使用した。直径約 18 mm, 厚さ約 10 mm の試験片を設置し標点間距離を測定した。試験片に直径 10 mm の円形圧盤を接近させ、無負荷の状態 で 0 点補正し、クロスヘッド速度 5 mm/min で伸度約 30~35% まで圧縮した。最大負荷容量 10 N のロードセルにより荷重を電圧に変換しアナログレコーダーにより連続記録した。実験は室温 25°C で、水の蒸発を防ぐため 1 分以内に行った。得られた応力-ひずみ曲線の傾きから圧縮弾性率 E を求めた。網目間あたりの平均モノマー数 Z_c および架橋密度 v_c/V_0 は次式により算出した。

$$Z_c = 3\rho R T v_2^{1/3} / M_0 E \quad (1)$$

$$v_c/V_0 = E / 3RT v_2^{1/3} \quad (2)$$

ここで、 ρ : 非膨潤時の高分子密度, M_0 : モノマー分子量, v_2 : 膨潤ゲルに対する高分子の体積分率, v_c : 有効な網目の数, V_0 : 非膨潤時の体積である。

(2) PVA ゲル膜中の水の状態と塩収着量

① PVA 膜の調製と含水率測定

PVA (鹼化度 99~100%, 重合度 2000, ナカライテスク) をメタノールで 13 時間精製後、12wt% PVA 水溶液を調製した。ガラス板に薄く延ばし、室温で約 2 日間乾燥させベース膜とした。次に、0.03wt% グルタルアルデヒド水溶液 (触媒 0.04wt% 塩酸, 40°C), および 0.06wt% グルタルアルデヒド水溶液 (触媒 0.04wt% 塩酸, 50°C) で 5 min–4 時間架橋処理を行い、膜を不溶化した。

蒸留水中に保存した膜をろ紙でプロットし、3 回精秤した値の平均を膨潤膜の重量とした。次に、膨潤膜を真空乾燥器で 120°C で 3 日間乾燥させ、乾燥膜の重量を精秤した。含水率 H (膨潤膜に対する膜中に含まれる水の重量分率) を算出した。

② DSC 測定

パンチで打ち抜いた膜約 2 mg をろ紙でプロットしてから精秤し、アルミニウムセルでクリンプした。示差走査熱量計 (DSC-60, 島津製作所) を用いて、冷却速度 5°C/min で -75°C まで冷却後、昇温度速度 5°C/min で 25 °C までの昇温過程を測定した。次に、得られた DSC 昇温曲線の吸熱ピーク面積から、膜中水体积を基準とした膜中水の分率 ϕ_w を算出した。

③ 塩収着量測定

塩は LiNO_3 , NaNO_3 , CsNO_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ を使い、塩濃度は 0.05, 0.1, 0.15, 0.2 M とした。約 50 mL の塩溶液中に膜を浸し、25°C の恒温槽中で 6 時間膜に塩を収着させた。次にその膜をろ紙でプロット後蒸留水 50 ml に浸し、25°C の恒温槽中で 18 時間塩を脱着させた。脱着水の伝導度を測定し、伝導度-濃度検量線から、膜中水体积に基準とした塩収着量 C_w を求めた。 C_w を外部塩濃度に対してプロットした収着等温線が分配型を示したので、傾きとして塩の分配係数 K_w を求めた。

(3) コンゴーレッド水溶液中における PVA ゲルの染料収着と膨潤

① PVA ゲルの調製

PVA (重合度約 2000, 鹼化度 99~100mol%, ナカライテスク) を、ソックスレー抽出器を用いて、メタノールで 13 時間精製した。その後デシケーターで減圧下室温で 8 時間、さらに真空乾燥器で約 100°C で 10 時間乾燥した。精製した PVA を蒸留水中に入れ、攪拌しながら沸騰直前まで加熱して溶解し、8, 10, 12wt% の PVA 水溶液を調製した。試験管の中に、ガラスキャピラリー (内径約 0.2 mm) を数本入れ、調製した PVA 水溶液を満たした。 ^{60}Co の γ 線を 50 kGy 照射して、PVA 水溶液をゲル化させた。ゲル化した後、キャピラリーから円柱状ゲルを取り出し、蒸留水中で保存した。

②コンゴーレッド水溶液の調製

1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 mM のコンゴーレッド水溶液を調製した. コンゴーレッドは Aldrich 製, 染料含有率 91% を使用した.

③PVA ゲルの膨潤度測定

蒸留水中で平衡に達した円柱状の PVA ゲルをコンゴーレッド水溶液に浸漬し, ゲルの直径を倒立顕微鏡を用いて測定した. 実験には高分子濃度 8wt% と 12wt% の PVA ゲルを使用した. 室温は 25°C に保ち, 直径が平衡に達するまで放置した. 蒸留水中での円柱ゲルの直径を d_w , コンゴーレッド水溶液中でのゲルの直径を d とし, 膨潤度は d/d_w と定義した. 同様に, コンゴーレッド水溶液に様々な濃度で NaCl を添加し, 平衡膨潤時のゲルの直径を測定した.

4. 研究成果

(1) アミノ酸水溶液中における PEO および PVA ゲルの膨潤挙動

Fig. 1 に, 0.1 - 500 mM の Gly, Ala, Ser, Thr 水溶液中における PEO ゲルの膨潤度を示す. PEO ゲルは Ser, Ala, Gly 水溶液中で低濃度では膨潤したが, 高濃度になるにつれ収縮していく傾向が見られた. 一方, PVA ゲルは Ser のみ 50 mM あたりで膨潤した. 高アミノ酸濃度でのゲルの収縮は溶質イオンと高分子との水和の競合によってゲルの水和水が放出されたことによると考えられる. また, ゲルの膨潤は PEO のエーテル鎖にあるドナー性の酸素原子とアミノ酸のアミノ基や Ser の OH 基との水素結合, さらに PEO のエチレン基と Ala のメチル基間での疎水性相互作用の結果, 高分子が荷電し静電的反発が生じたためだと考えられる.

Fig. 2 にグリコール酸, 乳酸, りんご酸水溶液中における PVA ゲルの膨潤度を示す. いずれの溶質においてもゲルはヒドロキシ酸

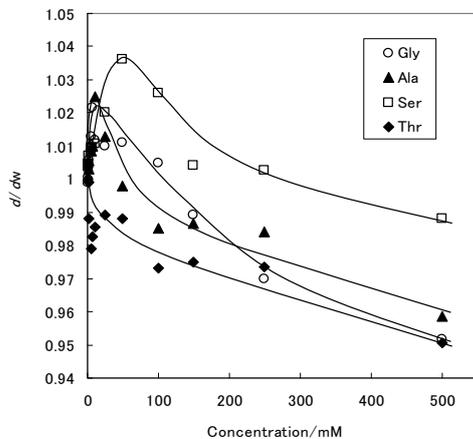


Fig.1 Plots of d/d_w of PEO gels vs. amino acid concentration of external solutions.

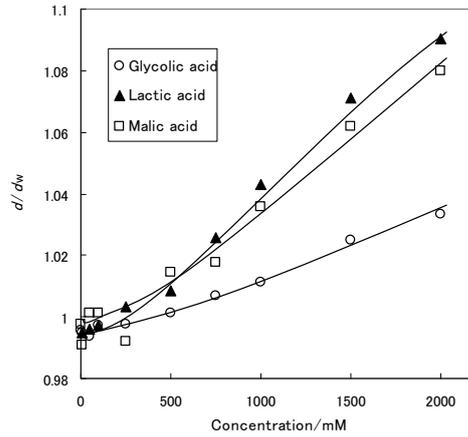


Fig. 2 Plots of d/d_w of PVA gels vs. hydroxyl acid concentration.

濃度が高くなるにしたがって膨潤した. ヒドロキシ酸の OH 基は PVA の OH 基と水素結合することにより PVA 鎖同士の水素結合を弱めるためと考えられる.

Table 1 に圧縮試験により算出した PEO および PVA ゲルの E , Z_c , v_e/V_0 を示す. いずれのゲルも照射量が高いほど E および v_e/V_0 は高くなったが, 8 と 12 wt% ではほとんど変化がなく, 高分子濃度はゲルの弾性に大きな影響を与えないことがわかった. また, Z_c は約 400~1300 であることからこの網目構造はアミノ酸等の溶質分子が十分に透過可能であることが示された.

以上のように, PEO および PVA ゲルは外部溶液の溶質の種類や濃度, 高分子, pH などの条件により多様な膨潤収縮挙動を示した. 水素結合や疎水性相互作用などによる高分子-高分子, 高分子-溶質間相互作用, それらにともなうゲルの荷電状態の変化などが関与しており, それらの協同や競合により生じる引力と斥力のバランスがゲルの膨潤挙動を支配していると考えられる.

Table 1 Elasticity and crosslink density of PEO and PVA gels.

Gel		E (MPa)	Z_c	v_e/V_0 ($\mu\text{M}/\text{cm}^3$)
PEO	8wt% 50kGy	0.056	1200	22
	12wt% 100kGy	0.12	590	43
PVA	8wt% 25kGy	0.071	1300	22
	12wt% 50kGy	0.27	350	81
		0.24	430	66

(2) PVA ゲル膜中の水の状態と塩収着量

①DSC 測定

得られた PVA 膜に対する DSC 昇温曲線を Fig. 3 に示す. 熱分析において, 0°C 付近の吸熱ピークは自由水, -10°C 付近の幅広い吸熱ピークは凍結結合水によるものと考えられる. $H=0.32$ ではピークは見られず, 膜中水は全て不凍水であった. $H=0.41$ 以上の膜では,

自由水と、凍結結合水とみられる2つのピークが観察された。凍結結合水による吸熱ピークは、低含水率の膜では -30°C 付近から開始しているのに対し、高含水率の膜では -15°C 付近から開始した。凍結結合水の中でも、膜基質との相互作用の強さが異なるものがあるためと考えられる。

次に Fig. 4 に膜中水体积を基準とした膜中水の分率 ϕ_w を示す。含水率が低下するにしたがって凍結結合水は減少し、逆に不凍水の割合は増加することがわかる。低含水率の膜のほうが PVA 基質と膜中水の相互作用が強くなるためと考えられる。

②塩収着量測定

塩収着測定の結果から、塩の分配係数を求めた。膜中水体积を基準とした塩の分配係数 K_w と膜の含水率 H の関係を Fig. 5 に示す。 K_w の値が D 膜 ($H=0.57$) の一部を除いて $K_w=1$ (Fig. 5 破線) より大きくなったため、塩はバルク水よりも膜中水に溶解しやすいことが示唆される。 K_w は LiNO_3 が最も高い値を示し、その次に2価カチオンの塩、その他の1価カチオンの塩が続いた。これは LiNO_3 や2価の塩は電荷密度が高いカチオンを持つために、OH 基を持つ PVA 基質と水分子を介して相互作用しやすくなり、塩の分配係数が大きくなったと考えられる。

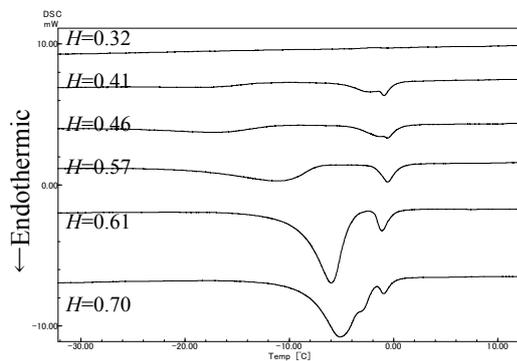


Fig.3 DSC heating curves for water-swollen PVA membranes.

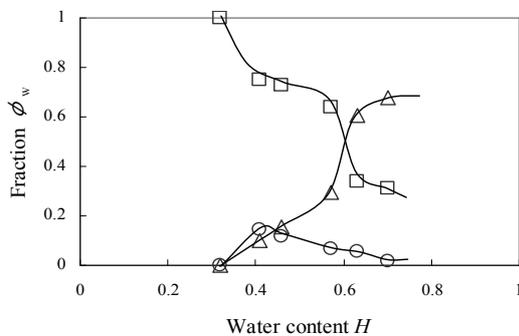


Fig.4 Relationship between water fraction ϕ_w and water content H . (○) free water, (△) freezable bound water, (□) non-freezable water.

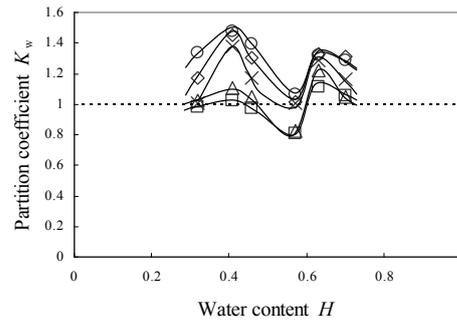


Fig.5 Relationship between partition coefficient K_w and water content H . (○) LiNO_3 , (△) NaNO_3 , (□) CsNO_3 , (◇) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, (×) $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$.

また、膜中水の状態が急激に変化する領域の含水率の膜で、塩の選択性が高くなる傾向が見られた。塩選択性においては、凍結結合水は低含水率の膜での効果が高く、不凍水は高含水率の膜での効果が高いと思われる。このことから、凍結結合水と不凍水のそれぞれの塩に対する溶解性は含水率に依存し、一定ではないと考えられる。

(3) コンゴレッド水溶液中における PVA ゲルの染料収着と膨潤

Fig. 6 に、PVA 濃度 8 wt% のコンゴレッド水溶液中における円柱 PVA ゲルの膨潤度 d/d_w の時間変化を示す。コンゴレッド濃度 0.2 mM ではほとんど変化がなく、コンゴレッド濃度が高くなるにつれて膨潤度も大きくなった。低コンゴレッド濃度ではゆるやかに膨潤し、1.0 mM 以上では浸漬直後に急激に膨潤し、その後ゆるやかに平衡に達した。

Fig. 7(a), (b) に、それぞれ、PVA ゲルの平衡時の膨潤度 d/d_w 、コンゴレッド収着量のコンゴレッド濃度依存を示す。添加した塩

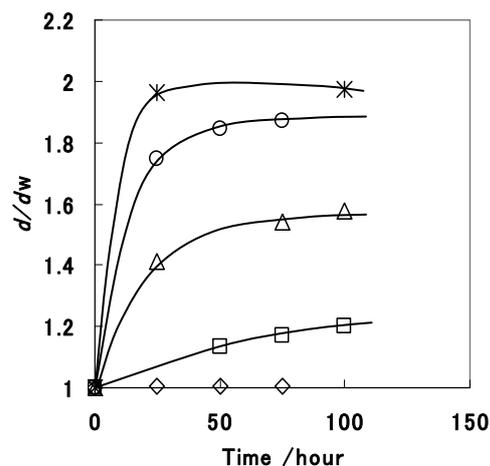


Fig.6 Time evolution of swelling degree for PVA gel (8 wt%) in various concentrations of Congo red. (◇) 0.2, (□) 0.5, (△) 1.0, (*) 2.0, (○) 4.0 mM.

の濃度が低いほど膨潤度は高くなったが、収着量は逆に高い方が多くなった。塩を添加しない場合では、膨潤度、コンゴレッド収着量ともにコンゴレッド濃度が高くなるにつれてゆるやかに増加したが、塩を添加した場合には低コンゴレッド濃度で急激に増加し、1 mM 以上では変化が少なかった。コンゴレッドがゲルに収着すると PVA は負に荷電するため、ドナン平衡と電気的斥力によりアニオンのコンゴレッドがゲル中に入りにくくなるが、塩を添加することにより、その斥力が抑えられ、ゲルの中に入りやすくなると考えられる。反対に、塩を添加しない場合では、コンゴレッド収着によって PVA 上のコンゴレッドの電荷の影響を強く受け、アニオンのコンゴレッドが収着しにくくなるため、膨潤の変化がゆるやかになったものと考えられる。

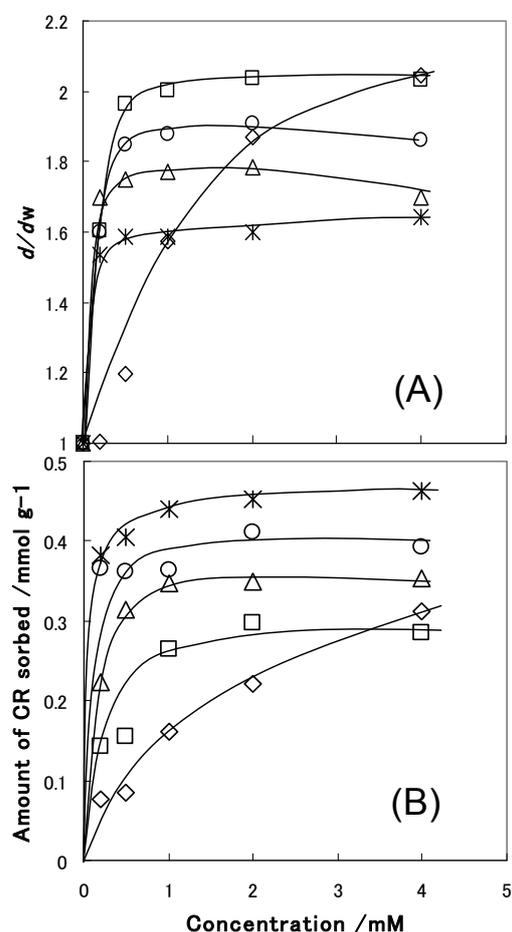


Fig. 7 (A) d/d_w vs. CR concentration for PVA gels, (B) Amount of CR sorbed vs. CR concentration for PVA gels. Added NaCl: (◇)0, (□)0.005, (△)0.010, (○)0.050, (*)0.100 M.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 仲西 正, 青木彩莉, コンゴレッド水溶液中におけるポリビニルアルコールゲルの膨潤挙動, 日本学術振興会繊維・高分子機能加工第 1 2 0 委員会年次報告, 査読無, 59 巻, 17-20 頁, 2008 年.
- ② 富樫幸子, 仲西 正, ポリビニルアルコールとポリ(4-ビニルピリジン)の相互侵入高分子網目ゲル膜中の水の状態, 日本学術振興会繊維・高分子機能加工第 1 2 0 委員会年次報告. 査読無, 57 巻, 76-79 頁, 2006 年.

[学会発表] (計 3 件)

- ① 柴山ゆかり, 仲西 正, κ -カラギーナンを含む混合ゲルの塩溶液中における膨潤挙動, 平成 2 1 年度繊維学会年次大会, 東京, 2009 年 6 月 11 日. [繊維学会予稿集, 64 巻, 1 号, 366 頁, 2009 年]
- ② 藤田あゆみ, 仲西 正, セミ I PN ゲル膜中の水の状態平成 2 1 年度繊維学会年次大会, 東京, 2009 年 6 月 10 日. [繊維学会予稿集, 64 巻, 1 号, 315 頁, 2009 年]
- ③ 富樫幸子, 仲西 正, ポリビニルアルコールとポリ(4-ビニルピリジン)の相互侵入高分子網目ゲル膜中の水の状態, 平成 1 8 年度繊維学会秋季研究発表会, 金沢市, 2006 年 9 月 19 日. [繊維学会予稿集, 61 巻, 3 号, 85 頁, 2006 年]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

仲西 正 (NAKANISHI TADASHI)
お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・准教授
研究者番号: 9 0 1 9 8 1 4 3

(2) 研究協力者

和田 有沙 (WADA ARISA)
井上 歩 (INOUE AYUMI)
峯 真理子 (MINE MARIKO)
吉田 智香 (YOSHIDA CHIKA)
青木 彩莉 (AOKI AYARI)
柴山 ゆかり (SHIBAYAMA YUKARI)
藤田 あゆみ (FUJITA AYUMI)
島岡 幸子 (SHIMAOKA SACHIKO)
富樫 幸子 (TOGASHI YUKIKO)

以上, お茶の水女子大学・学部および大学院・学生