

高吸水性 Polymer 와 Cellulose 의 吸水特性 比較*1

梁 寅*2 · 安元榮*2

The Comparison of Absorption Characteristics between High Absorbent Polymers and Cellulose*1

In Yang*2 · Won Yung Ahn*2

SUMMARY

This experiment was carried out to improve the quality of high absorbent polymer which has excellent absorptivity and water retention compared to pulp and absorption sheet, through absorption characteristics-absorptive power, water retention, absorption rate, gel strength, pH, particle size, and moisture content, - of six polymers ,namely, anionic polyacrylamide, cationic polyacrylamide, polyacrylic acid, polyvinyle alcohol 500, and 1500, and α -cellulose, and to examine the possibility of substitution of amide groups for carboxyl group and/or hydroxyl group which were commercial high absorbent polymer by comparing the absorption characteristics of the polymers.

Polyacrylamide has high absorptive power and water retention, but has low gel strength and poor absorption rate. The rest of polymers were similiar to α -cellulose in every respect. Thus, polyacrylamides could be replaced with polyacrylic acid and polyvinyl alcohol which are presently a high absorbent polymers. In comparing the absorption characteristics and the absorptive power of the polymers - anionic polyacrylamide, cationic polyacrylamide, polyacrylic acid, polyvinyle alcohol, α -cellulose-the absorptive power was in inverse proportion to the gel strength and absorption rates, affected by the particle size and pH change.

Key words : absorption rate, absorption sheet, absorptive power, gel strength, high absorbent polymer, water retention.

1. 緒 論

종래의 pulp나 吸水紙는 毛細管 현상을 이용하여 물을 吸水하는 吸水材로써 사용되었으나, 吸水力에는 한계가 있고 吸水된 물은 압력을 加하면 밖

으로 빠져 나온다. 이런 단점을 補完하기 위하여 1974년 미국에서 pulp자체 무게의 약 1000배 吸水力을 갖는 澱粉系 polyacrylonitrile graft 共重合體가 개발된 이래 澱粉系외에 polyacrylic acid계 등의 合性고분자와 cellulose계 등의 여러 혼합

*1. 接受 1990年 4月 2日 Received April 2, 1990.

*2. 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

조성은 놀라운 吸水力과 한번 吸水한 액은 다소의 압력을 가해도 脫水되지 않는다는 保水力으로 인해 종래의 pulp나 吸水紙를 代替하는 高吸水性 polymer라는 새로운 素材로서 종이 기저기나 生理用品등의 衛生用品 분야에 급속히 적용되었으며, 이외에 강력한 保水材로서 農業, 園藝, 食品流通, 土木, 建築, 化製品, 雜化, 醫藥 등 매우 광범위한 분야에의 새로운 用途개발이 진행중에 있다.

高吸水性 polymer는 水溶性 高分子가 架橋結合한 구조를 가지고 있어 吸水前은 부피가 작은 固體粉末相이지만, 물과 접촉하여 물을 吸水하면 수백-수천배 이상으로 膨潤을 하게 된다.

일반적으로 高吸水性 polymer는 骨格 polymer에 제2의 성분을 접합시킨 graft 共重合體로써, 反應성이 강한 polymer에 monomer를 radical, anionic, 또는 cationic 附加重合이나 開裂重合에 의하여 生成된다.

이런 원리로 線狀 polymer를 骨格으로 吸水性이 강한 작용기를 置換시켜 제조한 것이 高吸水性 graft 共重合 고분자이다. 미국에서 처음 개발한 澱粉系 高吸水性 polymer는 骨格 polymer로써 澱粉을, 가지 polymer로써 polyacrylonitrile (PAN)을 사용하여 結合시킨 graft 共重合體이며 이것을 加水分解하여 nitrile基를 carboxyl기로 置換시킨 것이 高吸水性 polymer이다.

앞에서 본 바와 같이 高吸水性 polymer에는 天然 高分子系와 合成 高分子系로 나누며, 前者에는 高吸水性 polymer 개발에 동기가 된 澱粉-acrylonitrile graft polymer의 加水分解物과 cellulose系의 carboxymethylcellulose (CMC), cellulose graft polymer계 등이 있으며, 後者에는 polyacrylic acid系, polyvinyl alcohol系, polyacrylamide系, polyoxyethylene系 등이 있다.

高吸水性 樹脂는 일반적으로 水溶性 polymer에 부분적인 架橋 처리를 하여 水 不溶性和 親水性을 겸비한 백색의 粉末 樹脂로써 물과 접촉시 gel상으로 변화하고 압력을 가하여도 吸水된 물이 排出되지 않는 특성을 가진 基能性 高分子로써 H. M. Kennedy(1984)등은 옥수수 澱粉의 효율적 이용

방안의 일환으로 연구 개발 완료하여 미국 및 일본 三洋化成등의 회사를 중심으로 상업화에 착수하였으며, 溫(1982)은 高吸水性 樹脂를 본격적으로 야기용 종이기저기에 적용시켰으며, 최근에 吸水性이외의 基能性 부여 및 형태 변화(纖維狀, film狀) 등 복합적인 基能性 高分子의 출현 및 상업화에 예정되고 있다.

Flory(1955)는 高分子 물질의 吸水 mechanism은 吸水性을 부여하는 인자와 mobile ion의 농도가 高吸水性 高分子의 浸透壓등에 따라 변화하며, 또한 高分子 電解質과 물과의 親化力, 吸水性을 억제하는 인자등에 따라서 변화한다고 하였다. Watanabe(1989)등은 架橋 結合한 高分子를 Gel화할 때, 高分子 電解質에서의 作用基위치에 따라서 電荷가 (-)인 anionic, (+)인 cationic, 중성인 non ionic으로 나누어지며, 각각은 特性을 가지고 高吸水性 polymer를 생성하며, Sakada(1987) 등은 일반적으로 高吸水性 polymer의 제조시 線狀 polymer를 골격으로 하여 吸水性이 강한 작용기를 置換시켜 제조한 것이 高吸水性 graft 共重合 polymer라고 하였으며, Rabek(1980)은 모든 graft 共重合 polymer는 골격 polymer와 graft polymer로 구성되어 있으며, 高吸水性 polymer는 반응성이 강한 polymer 존재하에서 monomer들의 radical, anionic, cationic 附加重合이나 開裂重合에 의하여 생성된다고 하였다. Nishiyam(1983)등은 高吸水性 polymer는 구조적으로 水溶性 polymer로써 架橋 구조와 不溶성을 가지고 있어 polymer의 浸透壓을 높여 吸水를 상승시킨다고 하였다. Tokura(1987)는 水溶性 cellulose를 골격 polymer로 한 것이 吸水性이 월등하여 이 수용성 cellulose를 graft시킨 가지 polymer로는 polyacrylamide의 加水分解物이 좋다고 하였다.

Danaka(1977) 등은 작은 고체 粉末인 高吸水性 polymer는 cellulose와 결합하여 만들어진 吸水力이 강한 carboxyl基가 물과 반응 膨潤된 hydrogel로 되어 많은 양의 물을 吸水한다고 하였으며, Aldred(1982) 등은 일반적인 吸水원리는 polymer의 이온基가 증대함에 따라 浸透壓이 상승하며 架橋 密

도가 감소할수록 흡수량은 증가한다고 하였다. 또한 polymer의 종류가 변함에 따라 高分子와 물과의 親和力이 변하게 되고 親水性的 polymer는 흡수량이 증대하게 된다고 하였다.

Watanabe(1989)는 高吸水性 polymer의 吸水能은 吸水速度, pH, 電解質의 종류, 水溫, 耐熱性, 增粘性, 耐久性, 吸着能 등에 따라 변한다고 하였으며, Westfall(1979) 등은 鹽의 농도, pH에 따라 흡수량이 변하며 保水性和 吸水速度, gel 強度등도 영향을 미친다고 하였다.

이와같이 高吸水性 polymer를 pulp에 이용시 발생하는 까다로운 조건들의 조절을 위하여 간단한 polymer의 개발과 기존의 polymer들의 적절한 조건들에 대한 연구가 필요하다.

本 實驗에서는 polymer의 종류-즉 polyacrylamide系, polyacrylic acid, polyvinyl alcohol系, α -cellulose-에 따라 변화되는 吸水 特性和 吸水量的 增加를 위한 最適 條件 등을 알아보고자 하였다. 또한 우수한 吸水 特性을 가진 polyacrylamide系 共重合體가 종래의 高吸水性 polymer들을 代替할 수 있는지 실험하였다.

2. 材料 및 方法

2. 1. 供試 材料

2. 1. 1. Polyvinyl alcohol계

Polyvinyl alcohol 重合體는 重合度에 따라 500, 1500인 두 高分子로 重合度에 따른 吸水 特성을 조사하였다. 그 基本 特性은 Table. 1과 같으며, 구조식은 Fig.1과 같다.

Table 1. Characteristics of polyvinyl alcohol

Type	PVA 500	PVA 1500
Appearance	White particle	White particle
Moisture Content	7~8%	5~6%
pH(0.1% dispersion)	7.02	7.02
Degree of polymerization	500	1500

2. 1. 2. Polyacrylic Acid.

Acrylic acid를 이용하여 (주) Fluka Chemika에서 제조한 고분자이며, 기본 物性은 Table.2와 같으며, 구조식은 Fig.1과 같다.

Table 2. Characteristics of polyacrylic acid

Appearance	White particle
Moisture Content	~5%
Bulk density	0.7~1.1 g/cm ³
pH(0.1% dispersion)	7.04

2. 1. 3. Polyacrylamide계

Carboxyl기의 함유량이 높으며, (주) 유한 Cyanamid사로부터 분양받아 實驗하였다. Polyacrylamide는 양 이온성과 음 이온성으로 부터 나누어 실험하였으며, 기본 物性은 Table 3과 같으며, 구조식은 Fig.1과 같다.

Table 3. Characteristics of polyacrylamide

Type	Cationic	Anionic
Appearance	White particle	White particle
Moisture Content	11~12%	10~11%
pH(0.1% dispersion)	7.03	7.18

2. 1. 4. α -cellulose계

α -cellulose는 (주) SIGMA Chemical製에서 시약급을 이용하였으며 기본 物性은 Table 4와 같으며, 구조식은 Fig.1과 같다.

Table 4. Characteristics of α -cellulose

Appearance	White fine particle
Moisture Content	4~11%
Purity	99.95%
pH(0.1% dispersion)	7.08

2. 2. 實驗方法

6가지의 고분자들의 기본 物性 및 吸水特성을 알기 위하여 吸水能, Wet Back, Tea Bag법(吸水速度), Gel 強度, 粒度 分布, 水分 含有量, pH, Column법(吸水速度)등을 실험하였다.

2. 2. 1. 吸水能

吸水能실험은 吸水특성 중 가장 중요한 실험으로서 각 시료를 과량의 鹽水에 膨潤시킨후 mesh로

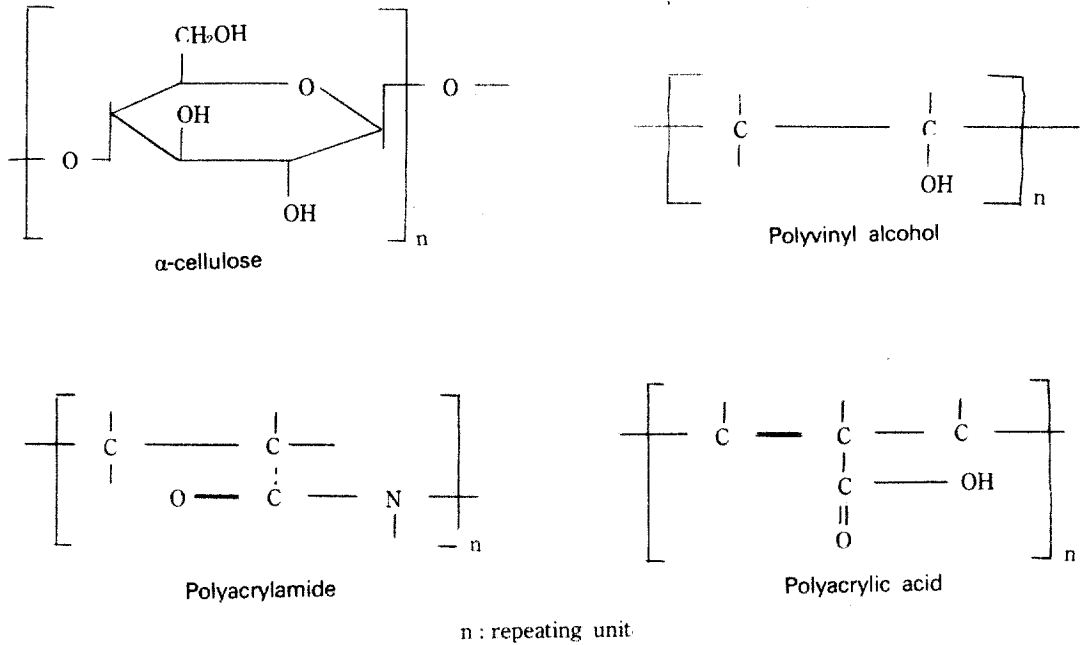


Fig 1. The structure of polymer.

걸러 polymer의 常壓 保水力조사를 통하여 常壓에서의 최대 吸水能을 측정하는데 목적이 있다.

측정 순서는 빈 250ml Beaker와 500ml beaker의 무게를 측정한 후 250ml Beaker에 試料 1g과 鹽水 (0.9% NaCl) 100g을 넣고 室溫에서 30분간 膨潤시켰다. 500ml Baeker에 100 Mesh(hole number/In²)체를 설치하고 그 위에 된액을 부어 30분간 방치한 후 Mesh체를 치우고, 분고난 250ml beaker의 무게를 측정했다. Mesh를 통과한 鹽水を 포함한 500ml Beaker의 무게를 측정했다.

각 高分子 試料의 吸水能 方法은 아래와 같다.

A.=(250ml Beaker+鹽水+試料)-(빈 250ml Beaker의 무게)

B.=(Mesh를 통과한 鹽水を 담긴 500ml Beaker의 무게)-(빈 500ml Beaker의 무게)

3. 試料 1g당 吸水量(cc/g)=A-B

2.2.2. Wet Back

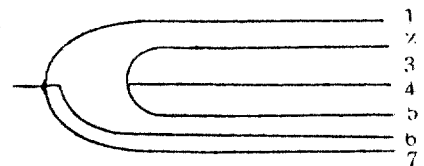
Wet back 수치는 각 試料를 종이 기저귀를 이용하여 실험한 것으로써 常壓하에서 膨潤된 시료에 일정 壓力을 가한 후 保水力을 측정함으로써 加壓下에서의 保水力을 측정하는데 목적이 있다.

測定順序는 종이 기저귀를 길이 18cm x 폭 12cm의 크기로 자르고 걸의 不織布를 벗긴후 상부 티슈 및 펄프를 걷고 8cm×15cm의 넓이에 試料를 4g을 골고루 뿌렸다. 상부 티슈 및 펄프를 원래 모양으로 復元하고 鹽水 80cc를 mass cylinder에 計量하여 깔대기를 통해 부었다. 이때 초시계를 작동시킨다. 준비된 kitchen towel 5매를 4등분으로 접어 무게를 측정하고 10분후 준비된 kitchen towel을 덮고 3.8 kg의 分銅을 올려 놓았다. 2분후 分銅을 제거하고 吸水된 kitchen towel의 무게를 잰다.

計算 方法은 아래와 같다.

Wet Back 數值(g)=W₁-W₂

W₁=分銅 제거후 물을 吸數한 kitchen towel의 무게
W₂=원래 kitchen towel의 무게



1. Upper Non-Woven Sheet.

2. Upper Tissue.
3. Upper Pulp.
4. Middle Tissue.
5. Lower Tissue.
6. Polyethylene Film.
7. Lower Non-Woven Sheet.

Fig. 3. 1. The inner diagram of the diaper.

2. 2. 3. 吸水速度(Tea Bag 法)

吸水速度 측정 방법에는 Demand wettability법, 濾過법, capillary법, 遠心脱水법, tea bag법, sheet법 등 여러가지가 있으나, 그중 가장 편리하고 정확하게 吸水速度를 측정할 수 있는 tea bag법과 capillary법을 이용하여 吸水速度를 측정하였다.

Tea bag법은 不織布인 tea bag을 이용 분당 膨潤되는 양을 측정하여 시료의 相對的 吸引力을 측정함으로써 polymer의 시간에 따른 吸引力을 알아보는데 목적이 있다.

測定 順序는 250ml Beaker에 蒸溜水 200ml를 채우고 Balance위에 설치하여 총 무게를 재고 Tea Bag에 試料 0.19을 투입하여 Tea Bag을 Beaker에 1분간 담근 후 들어내서 1분간 Tea Bag에 묻어 있는 蒸溜水를 Beaker에 떨어내고 그 순간의 減量을 측정했다. 이 과정을 계속 반복하여 20분 동안 吸水量을 측정하고 이 측정 含量값을 Tea Bag에 의한 吸水速度 시험값으로 했다.

吸水速度 시험값의 계산 방법은 시간에 따른 吸水量을 측정함으로써 구할 수 있으며, 그 값은 시간에 따른 吸水量의 변화(吸水量(cc/g)=減量값×10)라고 규정하였다.

2. 2. 4 GEL 強度

Gel 強度는 試料를 鹽水에 膨潤시킨후 網(mesh) 위에 올려 놓고 上部에서 分銅을 가하여 mesh를 통과하는 순간 分銅의 무게를 측정함으로써 膨潤된 시료의 機械的 強度를 측정하는데 목적이 있다.

Gel 強度의 測定 順序는 100ml Beaker에 試料 2g과 鹽水 40ml을 秤量하여 넣고 충분히 膨潤되도록 30분간 방치후 균일하게 섞어 충분히 膨潤된 試料 20ml을 稱量하여 원통형 기구에 넣어준 후

30 mesh 網 위에 올려 놓았다. 이 위에 피스톤을 넣고 分銅을 작은 것부터 올려주면서 Mesh를 통과한 膨潤된 樹脂를 스패튜라를 이용하여 확인했다. 30초 간격으로 分銅을 올려주면서 측정하고 膨潤된 試料가 mesh를 통과한 순간의 分銅의 무게를 확인했다.

Gel 強度의 計算 方法은 아래와 같다.

$$\text{GEL 強度(psi)} = \frac{(\text{分銅의 무게} + \text{피스톤의 무게})}{\text{網의 면적}} \times 0.01422$$

〔 網의 면적 ; 15.90 sq. cm
피스톤의 무게 ; 24.8g 〕

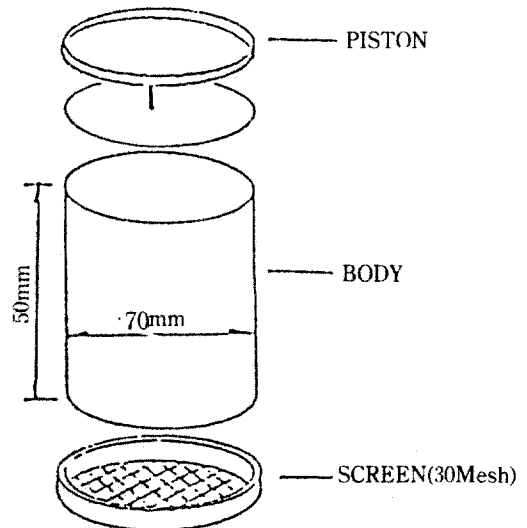


Fig 2. The measuring apparatus of gel strength.

2. 2. 5. 粒度 分布

粒度 分布 실험은 sieve shaker를 이용하여 시료의 粒子 分布를 측정함으로써 각 polymer의 表面積과 吸水能과의 相互 關係를 알아보는데 목적이 있다.

粒度 分布의 測定 順序는 receiver를 最下段에 두고 網目이 작은 체부터 차례로 쌓고 試料 100g을 秤量하여 最上段의 체에 넣고 뚜껑을 닫았다. 이것을 sieve shaker에 固定시켜 10분간 辰湯한 후 각 Sieve 금망에 남아 있는 試料를 모아 正秤했다. 이 때 試料가 외부로 이탈되지 않도록 주의한다.

각 高分子 試料의 粒度 分布 計算 方法은 아래와

같다.

$$\text{각 체에 남은 양 \%} = \frac{\text{각 Mesh에 남은 試料의 重量}}{\text{試料의 重量}} \times 100$$

2.2.6 水分 含有量

水分 含有量 실험은 각 高分子 試料를 oven에서 乾燥시켜 試料의 水分 %를 측정함으로써 常溫 상태에서의 polymer들의 吸水能을 측정하는데 목적이 있다.

測定 順序는 恆溫 恒濕室(기온 23°C±2°C, 相對 濕度 50%)에서 알루미늄 호일 용기의 무게를 달고 重量을 기록하고 高吸水性 樹脂를 대략 10±2g 정도로 떼내어 용기에 붓고 전체 무게를 달고 重量을 기록했다. 上記 용기를 105°C로 豫熱된 Oven에 2시간 동안 넣고 용기를 꺼내어 즉시 desiccator에 넣었다. 30분 후 desiccator에서 용기를 꺼내어 乾燥된 試料의 무게를 측정했다.

水分 含有量의 計算 方法은 아래와 같다.

$$\text{水分(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

- W₀ = 알루미늄 호일의 무게
- W₁ = 試料와 알루미늄 호일의 무게
- W₂ = 乾燥한 후 試料와 알루미늄 호일의 무게

2.2.7. pH

pH 측정은 高分子 試料를 膨潤시킨 餘液으로 pH meter기를 이용하여 pH를 알아봄으로써 吸水能과 각 polymer의 pH간에 相互 關係를 알아보는 데 목적이 있다.

測定 順序는 100ml Beaker에 試料 0.1g을 稱量하여 넣고 蒸溜水 100ml를 넣은 후 30분간 충분히 膨潤시킨 후 25.0±2.0°C로 유지시켰다. 이렇게 준비된 sample을 pH meter를 이용하여 pH를 측정했다.

2.2.8 吸水速度(Column 法)

Column법은 tea bag법과는 달리 capillary를 이용하여 膨潤되는 양을 측정하여 각 polymer의 절대적 吸引力을 알아봄으로써 시간에 따른 吸引力 측정뿐만 아니라 polymer의 시간에 따른 吸引 상

태를 알아보는데 목적이 있다.

測定 順序는 빈 column을 蒸溜水로 깨끗이 세척한 후 glass filter와 burette 눈금의 0을 일치시키도록 하고 試料 0.1g을 稱量하여 가능한한 glass filter위에 골고루 뿌린다. 그리고 stop cock를 開放함과 동시에 초시계로 1분에서 10분까지 1분 단위로 吸水된 蒸溜水의 양을 측정하고 이렇게 측정된 값의 10배가 吸水速度 값(吸水速度=吸水量(cc/g)×10)으로 하였다.

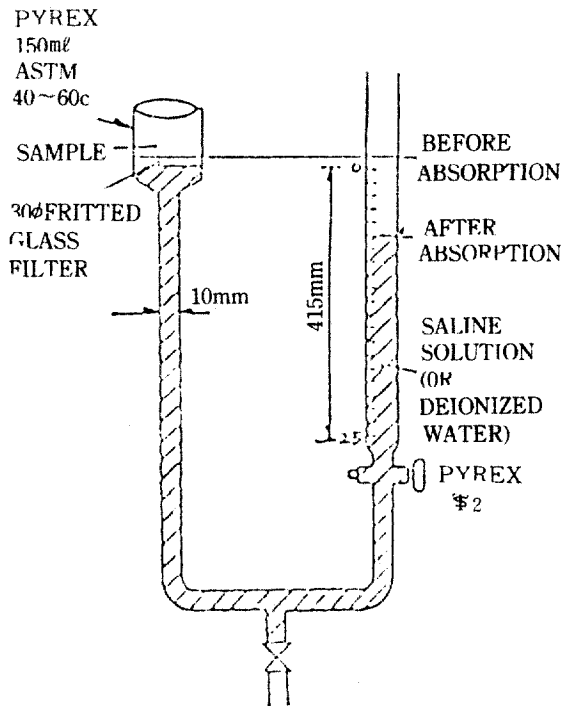


Fig 3. The capillary method apparatus.

3. 結果 및 考察

3. 1. 吸水能

吸水能 實驗은 常壓하에서 樹脂의 단위 무게당 吸水할 수 있는 물의 무게를 말하는 것으로서 Table 5와 같은 음 이온성 polyacrylamide가 試料 1g당 吸水하는 물의 무게가 35.58g으로써 가장 큰 것으로 나타났으며, 양 이온성 polyacrylamide, polyacrylic acid, α-cellulose, polyvinyl alcohol 1500, polyvinyl alcohol 500순으로 나타났다. 이것은 각 試

料들 사이에 물을 吸水할 수 있는 作用其 수와 pH, 電解質 등에 따라 變化되는 것으로 생각된다. 즉 수산기와 결합을 위해 필요한 carboxyl기의 수와

각 試料들과의 吸水能 차이는 비례 관계에 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 pH7-7.05사이에서 최대의 吸水量을 나타내며 비 이온성의 高分子 試料는 pH와는 무관한 것으로 나타났다.

Table 5. The water absorbency of polymers

(unit: cc/g)

Type	* α -Cell	* aPAA	* cPAA	* PAD	PVA1	* PVA2
I	7.46	34.78	19.63	7.13	4.40	5.40
II	7.14	38.17	16.93	9.23	4.70	6.64
III	6.33	36.80	17.29	5.16	4.07	4.59
***AVG	6.98	36.58	17.95	7.17	4.39	5.55

* α -Cell : α -Cellulose

aPAA : anionic Polyacrylamide

cPAA : cationic Polyacrylamide

PAD : Polyacrylic Acid

PVA1 : Polyvinyl Alcohol 500

PVA2 : Polyvinyl Alcohol 1500

** I - III : Replications

*** AVG: Average

3. 2. Wet Back

浸透壓에 의해 吸水된 물은 pulp처럼 毛細管 현상에 의해 吸水되며 압력을 가하면 용이하게 放出된다. 0.9%의 生理 食鹽水로 膨潤시킨 후 압력을 가했을 때 일반적인 保水量의 變化는 pulp의 경우 壓力을 가하면 90%이상의 물이 放出되는데

반해 高吸水率 polymer는 90%의 물을 유지시킬 수 있다. wet back치는 常壓하에서 膨潤된 polymer를 일정 壓力下에서 保水力을 측정 한 것으로 (-) polyacrylamide가 평균 0.069g으로 가장 적었으며, (-) polyacrylamide, α -cellulose, polyvinyl alcohol 1500, polyacrylic acid, polyvinyl alcohol 500 順으로 wet back치가 증가되었다.

wet back치는 保水力과 反比例 관계에 있어 wet back치가 증가할수록 保水力이 낮아지는 것으로서 각 polymer들간의 차이는 hydroxyl기와 결합을 하고 있는 carboxyl 基의 결합 強度가 크기 때문에 일정 壓力을 가하여도 排出되지 않는다고 생각된다. 각 高分子 試料들의 wet back치는 아래 Table 6과 같다.

Table 6. The back value of polymers

(unit:g)

Type	* α Cell.	* aPAA	* cPAA	* PAD	* PVA1	* PVA2
I	1.710	0.066	0.548	10.363	14.142	2.731
II	0.828	0.062	0.603	10.055	15.563	5.047
III	0.682	0.090	0.242	9.500	8.380	2.456
***AVG	1.073	0.069	0.464	10.003	12.695	3.411

*, ** & *** : See footnotes in Table 5.

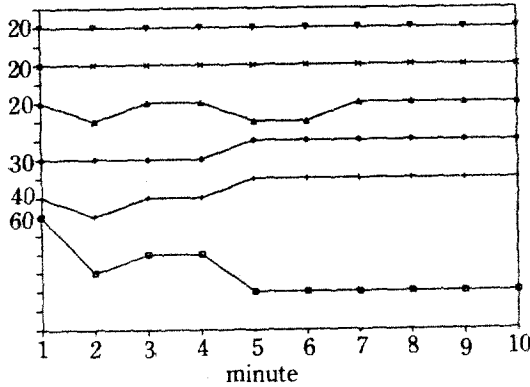
4. 3. 吸水速度 (Tea bag 法)

不織布인 tea bag을 이용하여 分 당 膨潤되는 양을 高分子 試料의 吸水速度로 규정하는 것으로서 물의 吸水는 數分 동안 이루어지면서 10분 정도 후에 吸水가 完了된다.

Fig.4~6에서 나타난 바와같이 α -cellulose는 1~3분동안 물을 吸水하며 그 후에는 吸水되는 물의 양은 거의 일정한 것으로 나타났으며, (-) polyacr-

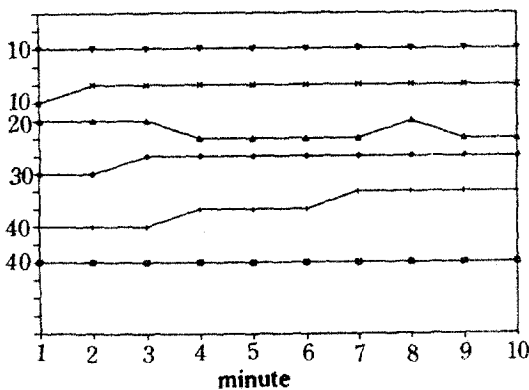
ylamide와 (+) polyacrylamide는 시간이 지남에 따라 吸水되는 물의 양이 증가 되는 것으로 나타났다. 그 외에 polyacrylic acid, polyvinyl alcohol 500, polyvinyl alcohol 1500은 α -cellulose와 마찬가지로 1~3분 동안 물을 吸水하며 그 후에 吸水되는 물의 양은 일정한 것으로 나타났다. Fig.4에서 Fig.6에서 보는바와 같이 polymer의 양을 0.1g에서 0.3g까지 增加시켰을 경우 단위 시간당 吸水 變化량을 나타낸 그림으로써 試料의 量의 증가가 吸水速度에

미치는 영향은 거의 나타나지않는 것으로 나타났다. 이와같이 (-) polyacrylamide와 (+) polyacrylamide은 연속적으로 吸水 하여 吸水能이 상당히 컸으며, 나머지는 1~3분동안 吸水을 하고 그 후에 일정한 것으로 보아 吸水能이 낮은 것으로 판단된다.



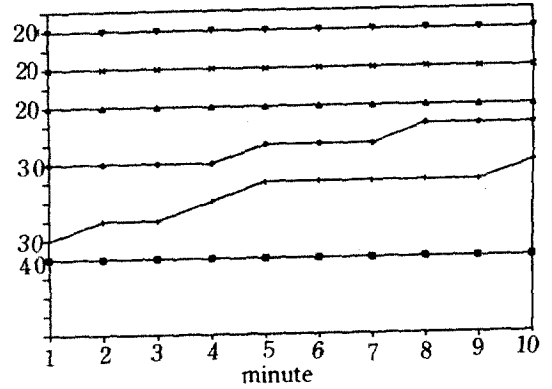
- : anionic polyacrylamide
- + : cationic polyacrylamide
- : α-cellulose
- × : polyvinyl alcohol 500
- △ : polyacrylic acid
- ▽ : polyvinyl alcohol 1500

Fig.4. The absorption rates of 0.1g polymer by tea bag method



- ▽ : See legends in Fig.4.1.1.

Fig.5. The absorption rates of 0.2g polymer by tea bag method



- ▽ : See legends in Fig.4.1.1.

Fig.6. The absorption rates of 0.3g polymer by tea bag method

3. 4. GEL 强度

Gel 强度는 高分子 試料를 生理 食監水에 膨潤 시킨 후 mesh위에 올려놓고 上部에서 分銅을 가 하여 mesh를 통과하는 순간 分銅의 무게를 측정 함으로써 監水를 吸水한 후의 polymer의 機械的 强度를 측정하는 것이다.

Gel 强度는 架橋密度와 밀접한 관계가 있어 架橋 密度가 높아짐에 따라 Gel 强度는 증가하나, 水酸基와 결합할 수 있는 作用基의 置換 site가 적어짐에 따라 吸水量은 적어지게 된다. 따라서 gel 强度和 吸水量의 balance를 고려하여 용도에 따라 架橋 密度를 조정해야 한다.

Table 6에서 보는 바와 같이 (-) polyacrylamide의 gel强度는 0.037으로 가장 적은 것으로 나타났다으며, (+) polyacrylamide, polyacrylic acid, α-cellulose, polyvinyl alcohol 1500, polyvinyl alcohol 500 順으로 나타나 gel 强度和 吸水能과는 反比例관계에 있음을 알 수 있었다. 따라서 각 polymer들의 量을 증가시키에 따라 水酸基들을 置換 시킬 수 있는 site 수가 증가되어 吸水力은 증가하나 各 作用基 간의 結合力 감소로 말미암아 gel 强度는 감소하는 것으로 생각된다.

3. 5. 粒度 分布度

高分子 試料의 粒度 分布 측정은 各 試料들의 物理的 性質을 알기 위하여 행하였으며, 특히, pol-

Table 7. The gel strength of polymers

Type	* αCell	* aPAA	* cPAA	* PAD	* PVA1	* PVA2
I	0.109	0.032	0.062	0.106	0.170	0.193
II	0.107	0.043	0.064	0.107	0.183	0.158
III	0.112	0.036	0.068	0.107	0.197	0.156
***AVG	0.109	0.037	0.065	0.107	0.183	0.169

(unit:psi)

*, ** & *** : See footnotes in Table 5.

ymmer의 表面積과 吸水能과의 關係를 알아보기 위하여 하였다.

Fig. 1. 에서 보는 바와 같이 α-cellulose가 가장 미세한 粒子를 가졌으며, polyvinyl alcohol, polyacrylic acid, polyacrylamide 順으로 粒子의 크기가 증가하였다. 實驗의 결과, 粒子의 크기와 吸水能과는 無關하였다. 그러나 α-cellulose와 polyvinyl alcohol의 경우 거의 비슷한 吸水能을 가지고 있으나 αcellulose의 表面積이 polyvinyl alcohol보다 크기 때문에 吸水能의 上昇을 가져왔다고 생각한다.

3.6. 水分含有量

각 高分子 試料를 物理的 性質을 알아보기 위하여 實驗하였다. 특히 水分 含有量과 吸水能과의 相互 關係에 대해서 알아보고자 하였다.

Table 8에서 나타난 바와 같이 (+) polyacrylamide가 평균 11.82%로 가장 높은 含有量을 나타냈으며, (-) polyacrylamide, α-cellulose, polyvinyl alcohol 500, polyvinyl alcohol 1500, polyacrylic acid순으로 水分 含有量을 가지고 있었다. 여기서

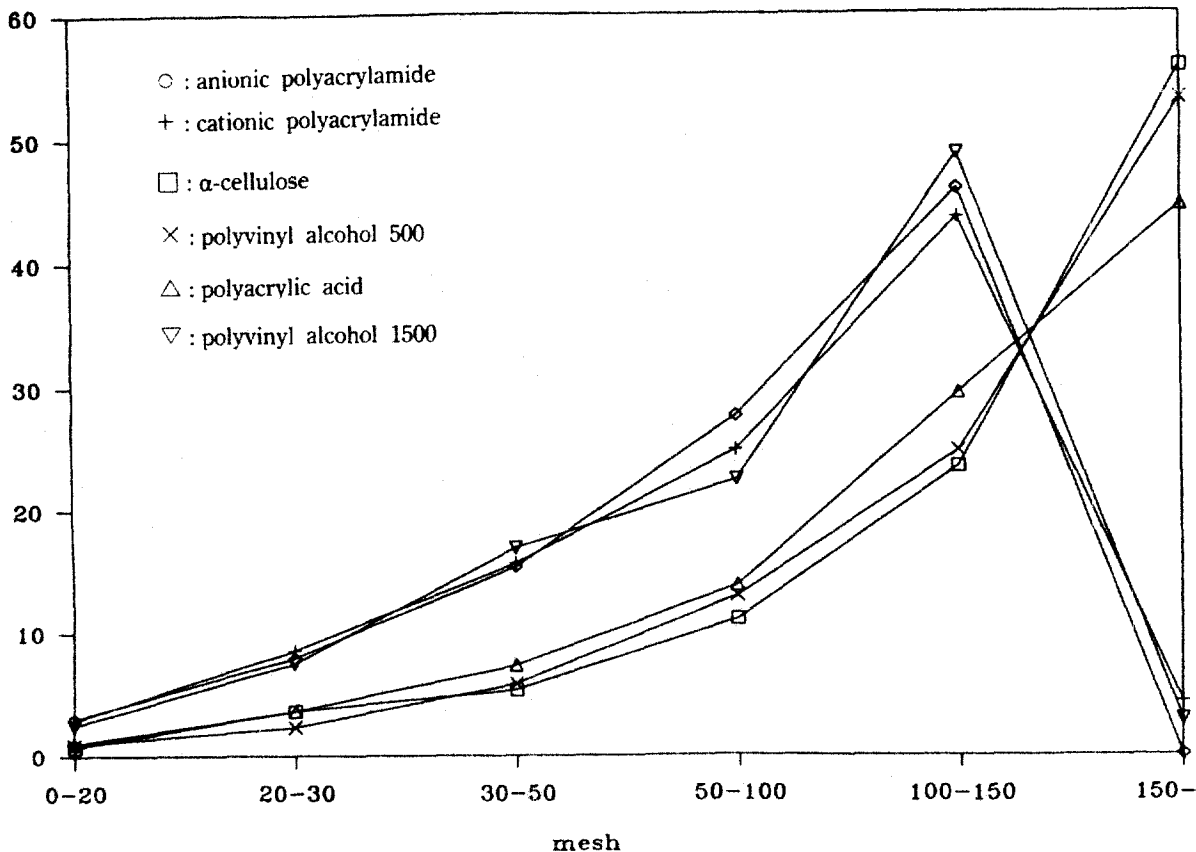


Fig. 7: The particles distribution of polymers

(-) polyacrylamide와 (+) polyacrylamide는 常溫 상태에서 많은 양의 水分을 가지고 있는 것으로

보아 吸水能과 비례하며 나머지는 관계가 없다고 생각한다.

Table 8. The current moisture content of polymers

(unit:%)

Type	* αCell	* aPAA	* cPAA	* PAD	* PVA1	* PVA2
I	8.43	10.61	11.87	4.67	7.36	5.17
II	10.37	10.26	11.78	4.92	7.35	5.15
III	4.90	10.83	11.81	4.96	7.36	5.22
***AVG	7.90	10.57	11.82	4.85	7.35	5.18

*, ** & *** : See footnotes in Table 5.

3. 7. pH

高分子 試料들의 稀釋液을 pH를 특정함으로써 pH와 吸水能과의 관계를 알아보고자 하였다.

Table 9.에서 보는 바와 같이 모든 試料들의 pH는 중성에서 약 알칼리성까지 나타났기 때문에 pH와 吸水能과는 무관하며 (-) 이온성인 경우에는 약

알칼리 영역에서, (+) 이온성인 경우에는 산성 영역에서 吸水能이 최대가 된다는 결과가 발표되었다. (+) polyacrylamide는 pH 7.12~7.26에서 최대의 吸水能을 나타내 앞의 報告와는 相反된 결과가 나왔으나 (-) polyacrylamide와 나머지는 일치된 경향이 있었다.

Table 9. The pH of each polymers

Type	* αCell	* aPAA	* cPAA	* PAD	* PVA1	* PVA2
I	7.03	7.26	7.35	7.05	7.02	7.01
II	7.07	7.16	7.12	7.04	7.02	7.02
III	7.15	7.11	7.21	7.03	7.01	7.04
***AVG	7.08	7.18	7.23	7.04	7.02	7.02

3. 8. Column 法 (吸水速度)

Tea bag法과 마찬가지로 분당 膨潤되는 高分子 試料의 量을 특정하여 Polymer의 吸水力과 吸水能과의 관계와 시간에 따른 polymer의 吸水 상태를 알아 보는데 그 목적이 있다.

Fig. 8~10에서 보는 바와 같이 α-cellulose는 吸水 시작 6~7분동안 물을 吸水하며 그 후에는 吸水가 일어나지 않았다. 따라서 α-cellulose의 吸水能은 적은 것으로 생각된다. 또한 polyvinyl alcohol 500과 polyvinyl alcohol 1500은 吸水 시작 1분 동안 상당히 많은 吸水가 일어났으며 계속해서 吸水를 하고 있는 것으로 나타났다. polyacrylic acid도 polyvinyl alcohol과 類似한 吸水가 일어났

으나, (-) polyacrylamide와 (+) Polyacrylamide는 순간 吸水力은 낮으나 연속적으로 吸水量이 증가되어 吸水能이 상당히 높은 것으로 생각된다. 또한 tea bag법과 마찬가지로 column법도 高分子 試料 量의 증가에 따른 吸水速度의 변화가 거의 나타나지 않았다.

앞의 결과를 토대로 α-cellulose는 일정 시간 동안만 吸水를 하기 때문에 吸水能이 낮으며, polyvinyl alcohol 500, polyvinyl alcohol 1500과 polyacrylic acid등은 순간 吸水力은 높으나 持續적으로 吸水量을 증가시키지 못하기 때문에 吸水能이 polyacrylamide보다 낮다고 생각되며 polyacrylamide는 일정량의 水分을 계속적으로 吸水하여 吸水能이 높다고 생각된다.

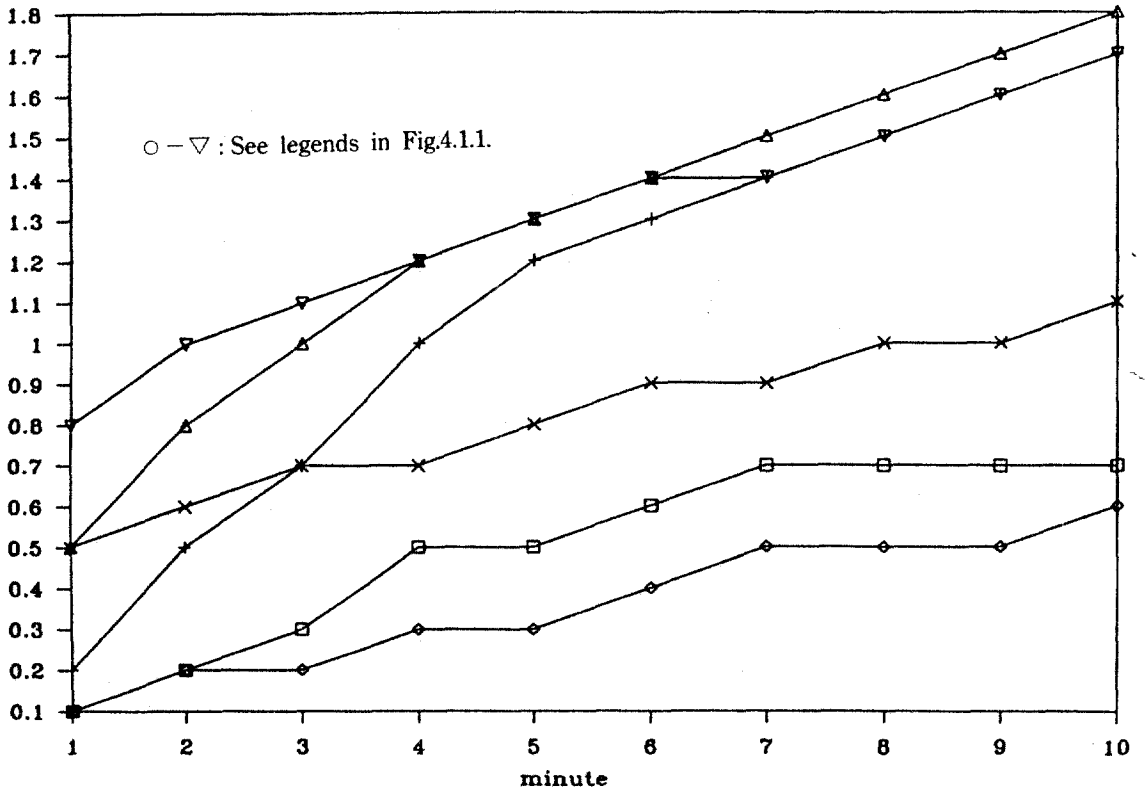


Fig.8. The absorption rates of 0.1g polymer by column method

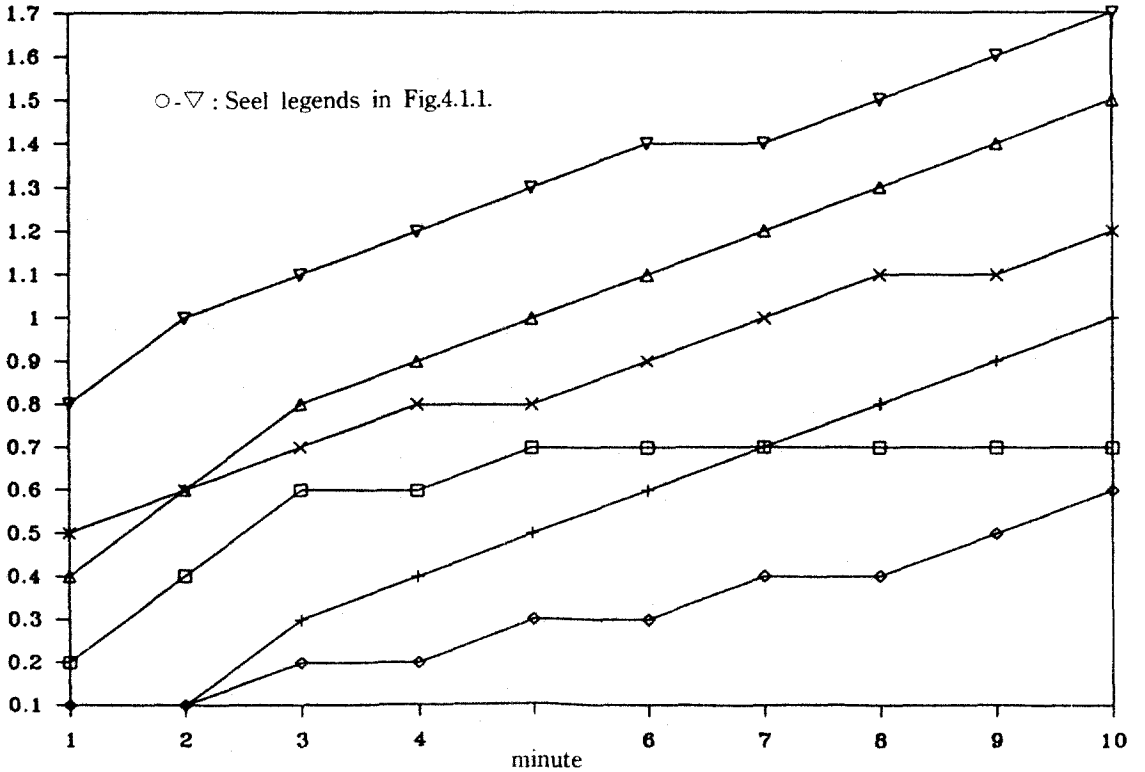
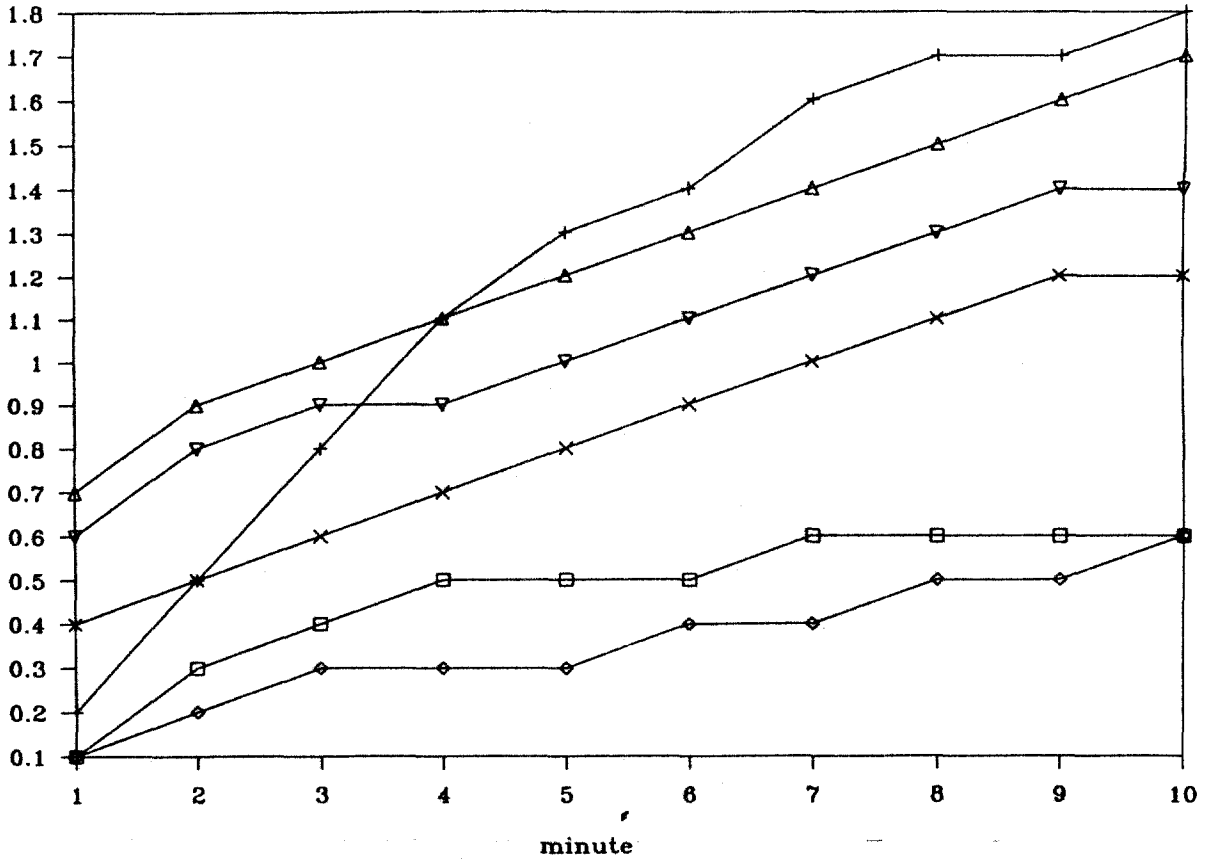


Fig.9. The absorption rates of 0.2g polymer by



○-▽ : Seel legends in Fig.4.1.1.

Fig.10. The absorption rates of 0.2g polymer by column method

4. 結論

本實驗은 anionic polyacrylamide, cationic polyacrylamide, α -cellulose, polyacrylic acid, polyvinyl alcohol 500, polyvinyl alcohol 1500 등의 polymer들의 吸水 特性을 조사하였고, 종래에 高吸水性 polymer로써 사용되고 있는 polyacrylic acid, polyvinyl alcohol과 實驗을 통하여 吸水能이 상당히 높다고 밝혀진 polyacrylamide의 吸水 特性을 相互 比較함으로써 polyacrylamide가 高吸水性 polymer로 代替가 가능한지 조사하기 위하여 實驗을 행하였다. 측정된 결과는 다음과 같다.

1. (-) polyacrylamide와 (+) polyacrylamide는

다른 polymer보다 큰 吸水能을 가지고 있어 高吸水性 polymer로써 代替가 가능하며, 이온성의 polymer는 많은 이온基를 가지고 있어 이온 浸透壓의 증가와 架橋 密度의 감소로 吸水能이 상승한다고 나타났다.

2. 이온성 polyacrylamide는 다른 polymer들보다 높은 保水性을 가지고 있어 高吸水性 polymer로써 뿐만 아니라 保水材, 衛生品에서도 代替 可能性이 있다고 나타났다.

3. 吸水能과 吸水 速度는 反比例 關係를 가지며 吸水能이 높은 polymer는 吸水 速度가 낮은데 비해, 吸水能이 낮은 polymer는 일반적으로 빠른 吸水가 일어나 흡수速度가 높은 것으로 나타났다.

4. Gel 強度와 架橋 密度는 밀접한 關係가 있어

架橋 密度가 증가함에 따라 gel 强度가 증가 하나 吸水能의 低下를 隨伴하기 때문에 gel 强度와 吸水量을 고려하여 용도에 따라 架橋 密度를 조정해야 했다.

5. 粒子 크기와 吸水能과는 큰 관계는 없었으나 일반적으로 表面積이 커짐에 따라 結合 site 수의 증가를 가져와 吸水能이 증가한다. 試料의 크기를 적당하게 선택하면 吸水量의 조절이 용이해지나, 실제 취급면에 있어서 큰 제한을 받지 않는다.
6. 각 polymer의 物理的 성질을 나타냈을 뿐만 아니라 常溫 상태에서 각 polymer등의 吸水能도 알 수 있었다. Polymacrylamide는 常溫 상태에서 가장 높은 吸水能을 나타냈다.
7. 비 이온성인 경우 pH에 대한 吸水能의 변화를 볼 수 없는데 비해 이온성의 polymer에서는 pH에 따라 吸水能의 변화가 일어났다. 즉 (-) polyacrylamide는 약 알칼리영역에서 최대의 吸水量을 나타냈으며, (+) polyacrylamide는 약 알칼리영역에서 원래의 吸水能보다 감소된 경향이 나타났다.

参 考 文 献

1. Allan, G. C. Y. and Hirabayashi. 1984. The principle of high absorbent polymer. Cellulose Chemistry, Technol. 18 : p 83.
2. Danaka, A. 1977. 高 吸 水 性 폴리마의 吸水原理 導電性高分子複合物の電氣傳導研究實用化報告. 26(2) : 1157.
3. Flory, P. J. 1955. Graft polymer, The principle of polymer chemistry, Cornel university press. : pp 178-230.
4. Galvin, D. H. 1988. The effect of grafting on the paper properties of wood pulp. Tappi 71(12) : 188-191.
5. Gupta, B. S. 1988. The effect of structural factors on absorbent characteristics of nonwoovens. Tappi 71(8) : 147-152.
6. Harvey, R. D. 1985. A method for evaluating superabsorbent speciality polymer. Tappi 68(3) : 76-81.
7. Kennedy, H. M., and A. C. Fisher, Jr, 1984. Starch. (ed. by Whistler, Bemiller, and Paschall, 2nd ed), Chap. 20. Academic press. : PP 593-610
8. Liu, J. T. 1986. The role of cationic polyacrylamide as a dewatering aid in reed pulp. Tappi 96(2) : 86-89.
9. Moseley, C. R., and F. C. Aldred. 1982. U.S. Patent, 4,421,583. Courtaulds Ltd.
10. Nishiyama, M., Y. Kobayashi, and N. Nishi. 1983. U.S. Patent. 4,392,916. Courtaulds Ltd.
11. 온, D. H. 1982. 고흡수성 수지의 적용. J. Tappik. 14(2) : 43.
12. Painter, E. V. 1985. Retention of cationic starches. Tappi 68(12) : 54-59.
13. Paneault, C. 1988. Shedding light on water absorption rates. Tappi 71(10) : 173-176.
14. Rabek, J. F. 1980 Experimental Method in Polymer Chemistry. : Graft Copolymer. Jhon Wiley & Son. : pp 11-12.
15. Sakada, A. 1988 技能紙의 現況과 展望. J. Tappik. 20(3) : 66-68.
16. Salminen, J. 1986. Water transport into paper - The effect of some liquid and paper variable factors. Tappi. 71(9) : 195-200.
17. Tokura, Y. 1987. 高 吸 水 性 高 分 子. 公 碩 出 版 社. : pp 81-87.
18. Watanabe, N. 1987. 高 吸 水 性 폴리보리엔마우 ACCOGEL. J. Tappi. : 31-37.
19. Westfall, P. M., and A. N. Schuler. 1979. High absorbent polymer. Tappi. 62(4) : 75.