

# 잉크산업의 환경대책과 수성잉크 및 인쇄시스템

## 목차

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1. 머리말               | 4-3. 독터링과 판넬어 씌우기 |
| 2. 법적 규제             | 4-4. 건조 시스템       |
| 3. 액체 잉크와 환경 대책      | 4-5. 필름 개질        |
| 4. 수성 잉크 및 인쇄시스템의 개발 | 4-6. 가공           |
| 4-1. 연포장용 수성 그라비아 잉크 | 5. 맺음말            |
| 4-2. 수성 인쇄용 제판       |                   |

### 1. 머리말

인쇄 잉크의 역할은 미장화(美粧化)와 기록이나 생활 문화가 고도화 및 다양화됨에 따라 이에 대응하여 인쇄 제품의 한 요소로서 여러 가지의 기능을 담당하게 되고, 또 인쇄산업의 발전에 기여해 왔다.

지구환경의 보호와 영속할 수 있는 번영의 조화를 찾아 생산·소비 활동에서 생태계 면에 대한 검토가 이루어지고 있다.

인쇄와 생태학의 관계는 다음과 같이 두 가지의 문제로 구분된다.

▲인쇄 제품의 폐기, 처리  
대량 폐기되는 공업제품과 소비재

(이것들은 거의 인쇄 가공되어 있다)의 용이한 처리성의 관점에서 보아 경량 소형화, 조각이나 매립시의 문제점, 회수 등의 용이성, 재이용 등을 고려한 형상과 재질로 변경되어 잉크의 원재료, 기능에 대한 재검토가 필요로 되는 사례가 있다.

#### ▲대기 오염

인쇄 잉크나 접착제, 코팅제의 인쇄 그리고 도장 가공시 건조 공정에서, 촉매로서 이것들에 포함되어 있는 탄화수소계 용제가 대기중으로 방출되어 대기 오염원의 하나로 된다.

[그림 1]에 나타난 것처럼 일본의 인쇄 잉크 총 출하량은 약 41만 톤이다. 읍셋 인쇄에 사용되는 잉크는 주

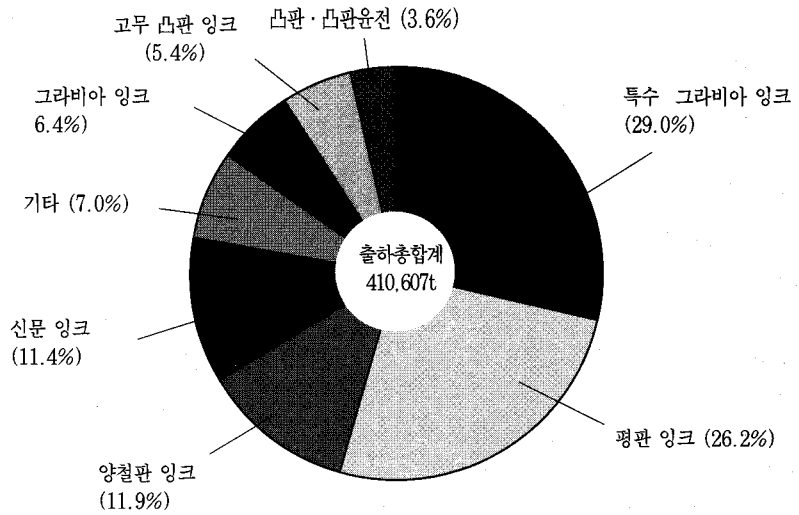
로 피인쇄본이 종이에서 침투되거나 또는 산화 중합 등에 의해 건조 고화(固化)하기 때문에 금속용 잉크를 포함해서 대기중으로 배출되는 탄화수소류는 적다.

낮은 점도의 액체(Liquid) 잉크인 그라비아 잉크와 프레키소 잉크는 인쇄할 때 휘발성 용제를 보통 50~80% 함유하고 있어 이 용제는 증발 건조과정에서 대기중으로 배출된다.

일본에서 프레키소 잉크(고무凸판 잉크의 대부분)는 미국이나 유럽과는 달리 플라스틱 필름류에 적용하는 일은 적고 골판지나 사각바닥 자루에 적용하는 인쇄가 주체를 이루는데, 여기에는 벌써부터 수성 잉크가 사용되어 용제 배출이 적다. 스크린 인쇄는 아직도 용제형 잉크를 사용하는 일이 많지만 건조의 합리화, 악취 대책 등으로 무(無)용제형 UV 경화 잉크로 점차 교체되어 가고 있다.

따라서 특수 그라비아 잉크에서 배출되는 용제가 가장 커서 환경 대응을 요하는 영역이다. 그라비아 방식이어서 마찬가지로의 문제를 갖는 출판용 그라비아 잉크는 일본에서도 이

(그림1) 일본의 인쇄 잉크별 출하량 구성비(1992)



미 용제 회수 체제가 완비되어 회수된 용제를 다시 이용하는 형을 취하고 있어서 건조 공정에서 용제가 배출되는 일은 적다.

대기중으로 배출되는 용제의 양은 특수 그라비아 잉크의 출하량과 인쇄시의 회석, 세척 등을 고려하면 약 10~15만톤 정도일 것으로 추산된다.

## 2. 법적 규제

탄화수소류에 관계되는 인쇄 관련 법적 규제는 대기중으로 용제 배출, 노동안전위생, 소방 및 악취방지이다. [표 1]에서는 일본에서 용제 배출에 관련한 규제의 경위를 미국과 비교하여 나타낸다.

규제가 엄격한 미국에서는 VOC(휘발성 유기화합물) 함유율에 대해 EPA에 의거하는 규제(주에 따라 틀리다)가 실시되고, 1990년에 대기정화법을 수정하고서부터 더욱 강화되어 왔다.

일본에서는 1982년에 환경청이 지방 자치단체에 탄화수소류의 배출 규제를 위임하고, 정부 차원의 규제에서 시작하여 82년에 요코하마시, 86년에 찰바현, 87년에 사이다마현에 지도 요강이 실시되어 현재에 이르고 있다.

그동안 1990년에 노동안전위생법이 개정되어 규제 유기용제의 대상이

[표 1] 용제 배출 관련법 규제

일 본	미 국
(1968) 대기오염방지법 (1973) 대기 오염에 관계되는 환경기준에 대하여(환경청 고시 제 25호)	(1966) Rule 66 (1970) 대기청소법 (EPA Clean Air Act) (1977) 대기청소법 수정 VOC 25% 이하 (178) 인쇄 분야에 적용
(1982) 환경청 「탄화수소류의 고정 발생원 대책 추진에 대하여」 지방자치체에 통지 (1986) 찰바현 } 탄화수소류의 고정 (1987) 사이다마현 } 발생원 대책 지도요강	
(1994) 악취방지법 개정	(1990) 수정 대기청정법

17종에서 47종으로 확대되어 작업환경 농도 측정, 유지 그리고 특수 건강진단이 강화되었다.

또 1990년에 소방법이 개정되어 인화성이 높은 그라비아 잉크 등에 대한 위험물 구분이 검토되어 종전에는 4류(類) 제 2 석유류(지정 수량 500리터)이던 것이 4류 제 1 석유류(同 200리터)로 되었다. 그와 동시에 4류 제 2 석유류(수용성)로 구분되어 인화점 21℃ 이상, 70℃ 미만인 수성 잉크라면 지정 수량 2000리터로 되었다.

찌바현과 사이다마현의 탄화수소 배출 지도 요강에서는 저공해 원재료로서 유기용제 함유율 30% 이하인 지도 기준을 마련했다.

1994년 4월에 시행되는 악취방지법 개정에서는 그라비아 인쇄에서 많이 사용되는 초산에틸 등도 포함되고, 또 1993년 11월에 성립된 환경기본법에 의거하는 향후 법적 규제에서는 유기용제의 배출을 없애고, 줄이는 방향으로 나아갈 것이다.

### 3. 액체 잉크와 환경 대책

일본에서는 미국이나 유럽과는 달리 플라스틱 필름, 종이, 알루미늄 포일 등의 포장용 인쇄에는 그라비아 인쇄가 주를 이루고, 색상 재현성이 뛰어난 것, 포장용 필름의 다양화·복합화에 따른 포장 기능(보일·레도르트 식품 등의 살균 포장재나 내(耐)내용물성, 보존성의 포장재 등)의 고도화에 각종 수지를 구사하여 이에 대응할 수 있는 기능을 갖춘 그라비아 잉크나 접착제 등이 개발되고 있다.

용제 배출 대책으로 [표 2]에서는

(표2) 그라비아 잉크의 대응 수단과 평가

시스템 발책	적합성	제품화 난 이	인쇄적성		환경 적합성			비용	
			현행설비	건조설비	환경	위생	화재	설비	운영
용제연소 용제회수(단순 용제화) 높은 고형 분화	○	○	○	△-○	×	×	×	×	
	×	○	○	△	×	×	○	○	
	△-○	△	△	△	△-○	△-○	△	△	
수성 알콜 병용 비위험물수성	△	×	×	○	○	○	×	×	
	×	×	×	○	△	△-○	×	×	

\* 현재의 인쇄기, 판, 건조 설비로의 대응성

\*\* 톨루엔 용매에 의한 출판 그라비아는 대응 완료

그 대책과 기술적인 난이도, 인쇄 적성(適性), 환경 적합성 등에 대한 대비(對比)를 나타낸다.

기존 용제형 잉크를 사용하여 배출 용제를 연소할 경우, 자연 연소를 계속할 수 있을 정도의 농도에 이르지 않도록 하기 위해 외부적인 연료를 사용하는 것, 그리고 설비비가 많이 들고 탄산가스가 발생한다는 점에서도 가장 단순한 대책이기는 하나 바람직한 대안은 아니다.

배출 가스에 포함된 용제를 회수하는 방법은 미국과 유럽에서 실시되고 있는 대책이나 경제적인 면에서 회수 용제를 인쇄에 다시 이용하는 것이 조건이다. 그래서 회수하기 쉽고 재이용할 수 있는 그라비아 잉크의 사용 용제를 고려한 단일 또는 단순 용제형 잉크가 필요하다.

유럽이나 미국에서는 초산에틸을 이용한 질소화 면계(綿系) 잉크에 실적이 있어 활성탄 흡착, 스팀 탈착, 디컨테이션(Decantation)에 의한 분리, 증류 공정을 거쳐 재사용되고 있다.

일본에서 연포장용 그라비아 잉크

는 특수한 폴리우레탄 수지를 주 고착제(Binder)로 하여 다양한 플라스틱 필름 및 보일·레도르트 등과 같이 높은 내구성이 요구되는 용도에까지 대응할 수 있을 정도의 범용형 잉크에 통합되어 가고 있다.

이 단순 용제형 잉크로 전환하는 것이 쉬운 일은 아니다. 탈착에 N<sub>2</sub> 가스를 이용함으로써 친수성 용제, 예를 들면 알콜, 케톤계 용제를 그대로 회수할 수 있으나 그렇게 하기까지에는 운영비와 재사용 조건을 해결할 필요가 있다. 고고형(高固型) 분화(分化)는 그라비아 잉크에서 점도면의 제약으로 인해 다양한 잉크를 설정하기 곤란하다.

무용매인 UV, EB 경화형도 점도면의 제약과 고속 인쇄, 유니트간 드라이 트랩(Dry trap)의 필요성에서 그라비아 인쇄에 적용하는 것은 설비면으로 곤란하나 프레키소 인쇄의 경우에는 가능성이 있다.

수성화는 유기용제를 물로 바꾸는 가장 이상적인 대책이라고 생각하여 1960년대부터 종이 분야에 대한 수성 그라비아 인쇄가 개발되어 실용화

되었다.

연포장 용도로는 1973년과 1979년에 일어난 제 1차, 제 2차 석유 위기를 계기로 자원 절약의 관점에서 연구가 이루어졌다. 비침투성 플라스틱 필름 기재(基材)에 고속으로 인쇄되고, 게다가 여러 가지의 후가공이나 용도 적성에 필요한 연포장용 그라비아 인쇄에서는 탐색 단계에 머물렀다.

1980년대 전반기에 수성 잉크의 건조면을 탐색하기 위해 기존에 사용하던 열풍 이외의 에너지원으로서 마이크로 웨이브, 적외선 복사의 병용 등에 관한 연구가 이루어졌으나 이렇다할 만한 결정적인 방법을 구하지 못한 채 수성 잉크에 대한 연구는 중단되었다.

1985~1988년에 걸쳐 연포장용 수성 그라비아 인쇄의 실용 조건을 탐색하기 위해 일반적인 코로나 방전 처리 OPP 필름에 대한 인쇄 실험이 반복되어 잉크면에서 인쇄 적성에 대한 개량이 추가되었으나 법적, 경제적으로도 이점이 없어 실용으로 이어지지 못하였다.

1989년 일본인쇄산업연합회의 수성그라비아인쇄연구위원회가 실시한 앙케이트 조사에서 기술과제가 추출되어 잉크, 속기, 판, 필름, 컨버터 분야에서 제휴하여 수성 인쇄 시스템을 구축하여야 할 것이라는 응답이 나왔다. 이것에 기초를 두어 1990년 통산성의 외곽 단체인 중소기업사업단의 장기 위탁 연구 테마로서 그라비아 인쇄의 수성화가 거론되어 연구 개발이 가속되었다.

1994년에 성과가 공개되고, 연포장 용도로 그라비아 인쇄의 수성화가 마침내 실용 단계로 들어갔다.

아래에서는 수성 잉크의 과제와

그 현황에 대해 설명한다.

#### 4. 수성 잉크 및 인쇄시스템의 개발

그라비아 잉크는 그 용도로 크게 나눌 때 포장용, 출판용 및 건축 장식재용으로 구분되고, 또 피인쇄본, 최종 용도에 따라 많은 종류의 제품이 있다.

각 용도에 대한 수성화의 현황을 보면 종이 분야에서는 약 30%, 플라스틱 필름을 대상으로 하는 연포장 분야에서는 폴리에틸렌제 레지스터 백(Register bag)에 대한 인플레이션 인라인(Inflation Inline) 인쇄(인쇄 속도가 느리고 단순한 인쇄가 주이다)일 뿐 실용화되어 있지 않다.

건축 장식재 분야에서는 화장판(化粧板)에 대한 인쇄중 멜라민 가공 등을 실시하는 침투성 티탄지(紙)에는 수성 잉크가 정상적으로 사용되고 있어 가구 벽재(壁材) 등의 나뭇결 인쇄에 사용되는 박지(薄紙) 화장판도 인쇄, 클리어 톱 코트(Clear top coat)를 포함하여 수성 인쇄를 할 수 있게 되었다.

염화비닐 강판 등의 벽재, 가전제품에 이용되는 염화비닐이나 염화비

닐 크로스 등에는 일부의 용도에서 수성 잉크가 사용되고, 또 그에 대한 개발도 진전되고 있다.

출판용 분야에서는 대기로 배출되는 용제(주로 톨루엔)는 앞에서 말한 용제 회수에서 완결하였으나 톨루엔이 작업환경 등에 미치는 위생상의 문제 때문에 이 분야도 수성화에 대한 연구가 필요하다.

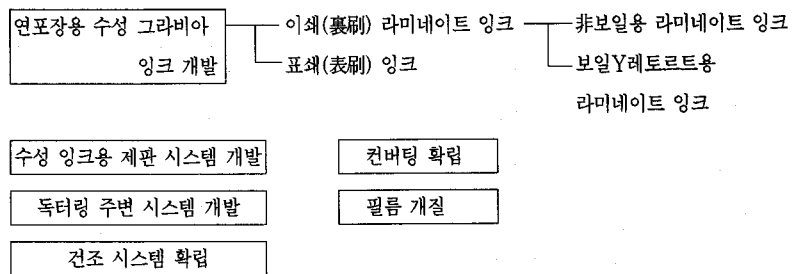
연포장용 그라비아 인쇄는 그 수요도 크므로 이 분야에서 수성화를 실현하는 것이 액체 잉크로 인한 인쇄에 있어서 환경문제의 열쇠라고 말해도 과언이 아니다. [그림 2]에서는 이 분야에서 개발하여야 할 시스템을 나타낸다.

각각의 개발 상황에 대해 개략적으로 설명한다.

#### 4.1. 연포장용 수성 그라비아 잉크

많은 종류의 플라스틱 필름에 대해 사용하는 잉크를 집약함으로써 인쇄회사에서는 재고 압축, 잉크 교환 시간이나 세척 등에 대한 시간 단축을 꾀할 수 있기 때문에 용제형 잉크에서는 앞에서 말한 범용형 잉크로 바뀌어 왔으나, 수성 잉크일지라도 마찬가지로 개념이 필요하다.

[그림2] 연포장용 수성 인쇄 시스템의 기술 요소



잉크에 요구되는 품질은 기존 용제형 잉크와 동일하여 인쇄 적성, 인쇄 효과, 잉크 피막 물성, 후가공 및 내용성(耐用性) 각 항목에 대해 연구 개발이 진행되었다.

잉크의 기본 성분은 우선 고착제인 수지 성분으로 [표 3]에 나타내는 성능을 가질 필요가 있다. 각각의 성능간에는 상반되는 경우가 많지만 수지를 연구 개발함으로써 해결해 왔다. 이로써 실용 성능을 갖는 수성 잉크가 개발되었는데, 수성이기 위한 기본 과제로서는 다음과 같은 것이 있다.

▲저극성(低極性) 폴리올레핀 필름의 누수

▲독터링(Doctoring) 공정에서 오래 체류(Long run)할 때 하는 판(版)뒹어 썬우기

▲건조 속도

이것들은 잉크 성능으로서 한데 모아져야 할 것이나 물의 성질을 직접 반영하고 있어 실용면에서는 각 시스템적인 해결을 도모하는 노력을 병행해서 실시되어 왔다.

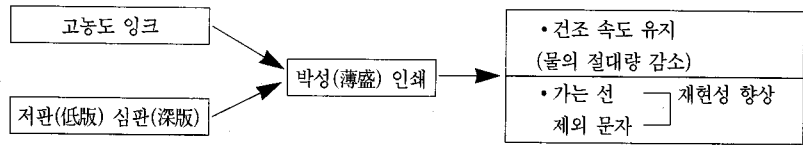
잉크 설계는 건조를 고려하여 발열 에너지가 큰 물의 절대량을 줄이고 건조 에너지 및 건조기의 부하를 감소시키기 위해 [그림 3]에 나타내는 것처럼 필름에 대한 잉크의 전이(轉移)량을 내려서(薄盛 인쇄) 인쇄하는 시스템으로 되어 있다.

기존 용제형 인쇄보다 얇은 판 깊이의 판으로 바꾸더라도 농도를 유지할 수 있도록 잉크는 고농도로 조정되어 있다. 전이량을 낮추는 것은 건조가 느리기 때문에 파생하는 가는 선의 굵기 등을 방지하고, 재현성을

[표 3] 수성 수지 고착제의 요건

공통	인쇄 라미네이트 잉크	표재 잉크
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 접착</li> <li>• 내(耐)블로킹성</li> <li>• 재용해성</li> <li>• 내수성</li> <li>• 독터 조각</li> <li>• 안료 분산성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 라미네이트 강도</li> <li>• 내내용물성</li> <li>• 내보일성</li> <li>• 내레토티트성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광택</li> <li>• 내열성</li> <li>• 내약품성</li> </ul>

[그림 3] 수성 그라비아 인쇄 시스템의 기본 설계



확보하는 데에도 효과적인 수단이다.

#### 4-2. 수성 인쇄용 제판(製版)

인쇄회사에는 인쇄를 재수주하기 위해 다량의 판 실린더가 보존되어 있다. 수성 인쇄로 바꿀 때, 제판을 알기 고칠 필요가 있는데 이것이 실용화에 대한 걸림돌 중의 하나이다.

제판 방법에는 에칭에 의한 직접 제판과, 필름을 사용하지 않고 디지털 신호에 따라 직접 다이아몬드 바늘에 의해 기계적으로 조각하는 전자 조각 제판이 있다. 어느 것이나 단순히 알게 하는 것은 가능하나 인쇄면의 평활성, 계조(階調)의 슬라이드성 등의 재현성을 좋게 하려면 망점간의 거리를 짧게(선수(線數)를 올려서) 하여 얇은 셀을 형성시키는 것이 포인트이다.

직접(Direct) 판의 경우에는 에칭 심도(深度)를 제어하기가 곤란해지는 점, 전자 조각판에서는 제판 시간이 길어지는 점을 의미하고 있어 요구

화질에 따른 연구가 필요하다.

전자 조각에서는 인치당 200~250 선수가 가장 적당하나 용제형 인쇄에서 175선도 실용성이 있다. 직접 판의 경우에는 300선으로 함으로써 고정세(高精細)의 인쇄를 할 수 있는 특징이 있다. 수성 인쇄의 특징으로서 건조가 느리기 때문에 하이라이트의 착육(着肉)이 뛰어나 하프 톤(Half tone)으로 인쇄할 때, 망점 %와 반사 농도 곡선의 관계가 용제형 잉크보다 누워 있어 사진 재현 농도는 높으나 그림자(Shadow)부(전면부도 포함하여)의 농도가 부족해지는 경향이 있다. 따라서 수성 잉크의 농도 곡선에 맞춘 제판 조건을 설정할 필요가 있다.

#### 4-3. 독터링(Doctoring)과 판뒹어 썬우기

그라비아 인쇄의 독터링 공정에서 빗어지는 불합리는 숙명적인 과제이다. 이것들은 판뒹어 썬우기, 심줄 얼룩 등으로 인쇄 손실에서 큰 부분

을 차지한다. 그 요인은 단독이 아니라 많은 요인이 복합적으로 작용하여 일어나는 일이다.

수성 잉크에 대한 판뒀어 씹우기는 착실히 개선되어 왔으나 용제와 비교하여 물은 판 표면과 독터간의 윤회성이 낮아 롱런(Long run) 인쇄를 할 때에는 독터의 마모로 인해 잉크의 스크레이프(Scrape) 성능이 저하되고, 판뒀어 씹우기를 일으키기 쉬운 경향을 갖고 있다. 이런 마모를 방지하려면 윤회성이 좋은 독터 블레이드의 개발이 요망되나 내구성이 좋은 세라믹을 독터 블레이드에 얹게 퍼복한 특수 블레이드가 효과적이다.

특히 마모되기 쉬운 산화 티탄을 함유하는 잉크로 인쇄하는 것을 권장한다.

#### 4-4. 건조 시스템

얇은 판에 의한 낮은 착육량(着肉量) 인쇄라고 하더라도 기존 인쇄기로 용제형 도금과 동등한 건조 속도는 얻을 수 없다. 열풍 온도를 높게 하고 풍량이나 풍속을 증대함으로써 건조 속도는 향상되나 목표 정밀도나 치수 안정성을 유지하기 위해 온도상의 제약을 받는다.

열풍의 풍량을 단순히 증가하는 것도 설비, 에너지면에서 광범하게는 받아들일 수 없다.

물의 특성을 살린 에너지로서 적외선 복사에 의한 직접적인 가열을 열풍과 병용하는 것은 효과적이기는 하나 소방법상의 제약을 받는다.

#### 4-5. 필름 개질(改質)

물의 표면장력은 72dyne/cm이고, 그라비어 인쇄에 이용되는 알콜, 에스테르, 케톤, 방향족 용제의 20~

30dyne/cm에 비교하면 현저하게 크다. 수성 수지는 조성과 구조에 따라 달라지나 계면활성을 나타내고, 또 표면장력을 저하시키는 첨가제가 잉크 중에 배합되어 있는데 용제형 그라비어 잉크에 사용되는 표면 에너지가 낮은 폴리올레핀 필름에서는 누설이 충분하지 않다. 게다가 필름중에 충전되는 윤회제나 대전방지제의 표면 배향이 누설 저해를 일으킨다.

수성 잉크로 인쇄할 때 누설과 건조를 돕기 위해 알콜계 용제를 약간 병용하는데 필름 안에 있는 첨가제의 영향은 매우 크다. 인쇄하기 전에 코로나 방전 처리를 하여 청정한 표면으로 하면 잉크의 누설은 현저히 개선되지만 소방법상의 제약이 있다.

수성 인쇄에 적합한 필름중의 첨가제에 대한 연구가 요망된다. 주요한 기타 필름으로서 코로나 방전 처리가 된 폴리에스테르, 나일론 필름은 표면장력이 높아 기존 시판 필름을 그대로 사용할 수 있다.

#### 4-6. 가공(Converting)

인쇄 잉크와 마찬가지로 인쇄물의 라미네이트 가공에 사용되는 접착제나 압출 라미네이트용 앵커 코팅제에 용도에 따라 다품종이다. 압출용 앵커 코팅제는 폴리에틸렌이민계, 폴리부타디엔계 등의 수성품이 이미 사용되고 있어 수성 잉크와 조합해서 실용할 수 있는 단계에 있다.

건조 라미네이트 접착제로서 무용매의 폴리우레탄형이 이미 개발되어 일부 레트로트 가공까지 가능해졌다. 일본에서는 용제형 접착제용 건조 라미네이트가 많이 설치되어 가동되고 있으나 접착제에 대한 수성화도 연구 개발되고 있으며, 또 공정상의 커다

란 장애로 되어 있는 숙성(Aging) 시간을 단축하기 위해 EB 경화형 접착제도 개발되어 가고 있다. 수성 잉크/비용제형 접착제를 조합하여 새로운 포장 시스템이 실용화될 날도 머지 않았다.

### 5. 맺음말

인쇄 잉크에 대한 환경 대책은 유해물을 잉크에서 배제하는 자주규제인 NL 규제에 의해 인쇄 제품의 위생과 안전성이 확보되어 왔다.

한편 유기용제에 의존해 왔던 액체 잉크 및 그 인쇄 공정에서 배출되는 대기오염 문제도 수성화함으로써 대응해 나가려는 경향이다. 실용화되기까지는 시간이 걸릴 것이나 보다 나은 시스템의 완성을 지향해 나가는 관련업계의 노력이 필요하다.

— 『包裝技術』, 1994·3, 福村紀夫, (JPI)