

환경보호 차원에서 인쇄잉크의 기술적 추이

지 성 환 / (주)동양인쇄잉크 기술연구소 이사

이 글은 대한인쇄문화협회가 지난 6월 16일 개최한 '환경을 고려한 인쇄잉크의 생산과 이용'이라는 주제의 세미나에서 발표된 내용을 옮긴 것이다. 인쇄잉크산업에 있어서 환경대책과 고품질화를 위한 연구, 그리고 구미지역에서 대두유를 이용해 개발한 인쇄잉크의 사용 현황과 기술적 추이에 대해 이해를 도울 것으로 기대한다.

1. 머리말

인간은 환경 속에 생활하면서 인간의 이기만을 위해 환경을 많이 변화시켜 왔다.

최근 인구의 증가, 산업화, 도시화, 문명의 이기화 등으로 대기오염에 의한 산소부족, 수질오염에 의한 식수난, 산업폐기물에 의한 악취나 토양의 변질 등등의 환경오염 요인들을 각 분야별 관련, 비관련 개인이나 단체가 대책을 수립하고 실행하고 있으나 정화속도보다는 오염속도가 빠르므로 완전한 해결은 불가능한 현실이다. 따라서 향후에는 사전 대책으로 원천적 봉쇄만이 그 해결의 길이라 생각이 된다.

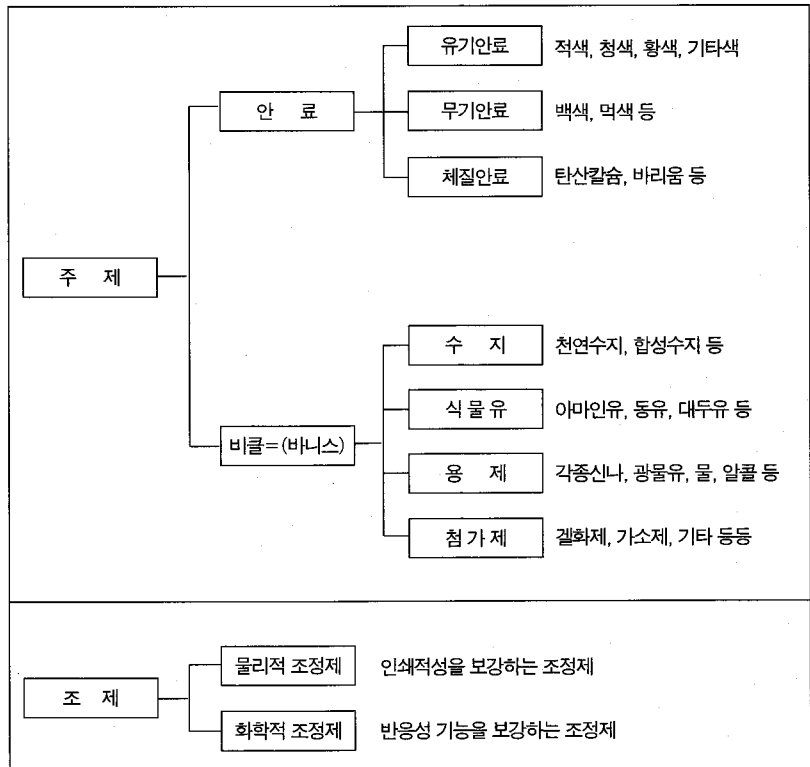
인쇄잉크는 오염의 한 부분을 점유하고 있음은 주지의 사실로 인쇄잉크의 조성상 오염물질 삭제를 위한 연구를 거듭하고 있으나 인쇄에서는 인쇄기계와 인쇄소지, 인쇄잉크의 삼위일체에 어느 한 분야도 반드시 문제가 없어야 된다는 절대조건에 어려움이 따른다고 하겠다.

2. 인쇄잉크 조성

인쇄잉크는 인쇄판식(평판, 돛판,

요판, 공판)에 따라 잉크의 조성이 다르다. 일반적으로 [표1]과 같은 조성으로 구성되어진다.

(표1) 인쇄잉크의 조성



3. 인쇄잉크의 역사적 배경과 기술적 추이

인쇄잉크가 국내에서 생산된지 반세기 전 환경에 대한 개념보다는 잉크 국산화가 기술자들이 풀어야 할 큰 과제였었다.

일본 식민지하에서의 일본잉크가 시장을 점유하고 우리 스스로는 잉크의 제조방법은 물론 잉크의 원료조차도 선별할 수 없던 40년대의 후반의 실정이었다.

그후 6.25를 겪으면서도 꾸준히 연구하여 소위 OIL 형의 잉크가 나온 60년대를 맞이하였다.

인쇄속도가 늦으며 단색도, 2색도 정도가 대부분이었으며 품질도 낮은 수준이었다. 60년대 후반부터 인쇄의 고품질화, 인쇄부수의 증량 등으로 국산 잉크로는 도저히 품질을 기대할 수 없어 일본으로부터 기술을 도입, 합성수지형 잉크를 생산하게 되었다.

고속화는 물론 광택, 망점 재현성, 건조성, 마모성 등 첨단 잉크시대가 막을 열게 되었다. 이때부터 인체에 유해 문제가 대두되어 70년 후반기에는 인쇄잉크 내 무기안료 사용중지, 중금속 함유량 조정 등 잉크 Maker가 외국 수출시 요구되는 물성에 부합하고자 조정 내지는 사용중지를 하였다. 특히 식품포장류에는 중금속 함유량을 한국공업규격 KS-G-3311로 규제하였다(표2).

[표2] Toy용 중금속 함량 (KS-G-3311-1988)

구분	도막의 금속 함량
납 (Pb)	600 mg/Kg
안티몬 (Sb)	250 mg/Kg
비소 (As)	100 mg/Kg
바륨 (Ba)	500 mg/Kg
카드뮴 (Cd)	100 mg/Kg
크롬 (Cr)	250 mg/Kg
수은 (Hg)	100 mg/Kg

[표3] 대두유 사용의 장·단점

장점	단점	비고
낮은 V.O.C. 환경오염의 축소 대두(콩) 시장안정	가격이 다소 UP 건조시간이 늦음	ANPA의 분석

다시 80년대를 맞이하면서 미국으로부터 유기용제가 인체에 유해하다는 평가와 동시 1985년 OSHA (Occupation & Safety Administration)에서 잉크라벨에 HCS 규제 (Hazard Communication Standard)를 표시하는 것을 시점으로 본격적인 중금속과 EPA (Environmental Protection Agency)에 의한 V.O.C (Volatile Organic Compound) 규제를 강화하게 되었다.

이와같은 규제에 효과적으로 대처할 수 있는 것으로 대두유 (Soybean Oil)가 선택되었다. 실제 대두유를 이용한 인쇄잉크는 1979년 전세계 원유 파동에 의해 원유가격의 인상과 공급 부족현상에 크게 타격을 받은 ANPA (American Newspaper Publishers Association)에 [표3]에 나타난 바와 같은 유리점을 고려하여 인쇄잉크에 최초로 도입하게 되었다.

이로써 인쇄잉크는 저취, 저독성을 유지하며 환경보호에 참여해야 할 기술적 과제를 안고 많은 연구와 노력을 하고 있다.

4. 인쇄잉크와 환경오염

4-1. V.O.C (Volatile Organic Compound)

미국 EPA에 의한 대기오염 규제에 인쇄잉크가 건조과정에서 증발하는 유기용제의 양을 VOC라고 한다.

그러나 이 용제량 측정방법에 의한 측정차이는 여러 가지 문제점이 있으

나 일단 20℃ 0.1mmHg의 증기압으로 하고 대조법(Reference Method), 당량법(Equivalent Method), 선택법(Alternative Method) 등의 측정방법으로 제한하였다.

인쇄잉크의 경우는 Method 24를 도입 110℃에서 1시간 동안 가열했을 때의 측정값으로 하였다. 윤전잉크의 경우는 너무 가혹한 조건이라고 하여 Method 40을 도입 40℃에서 1시간 동안 가열했을 때 값으로 한다고 미국 인쇄잉크공업회(NAPIM)가 제안하였다.

그러나 제한규격과 측정방법 등이 구체화되지 않았기 때문에 협회별, 기관별 차이가 있다. Method 24방법으로 일반잉크와 SOY INK의 V.O.C. 측정수치는 [표5]와 같다.

[표5]와 같이 SOY 잉크가 V.O.C.를 대폭 줄이는데 크게 기여할 수 있다는 것을 알 수 있다. 이에 미국 등지에서는 이미 SOY잉크를 많이 사용하고 있으며 라벨에까지 SOY잉크라는 문구를 삽입하여 판매하고 있다.

ASA(American-Soybean Association)에서 잉크별 SOY OIL 함량을 추천하고(표6), California 주법에는 ASTM-4713-87에 의한 V.O.C의 최대 함량을 2.5Lb/Gallon으로 규정하였다.

점차 미국에서 시작된 SOY INK는 V.O.C를 강화하면 할수록 전세계적으로 확산될 전망이 크다.

4-2. 중금속(Heavy Metals)

[표4] 인쇄잉크의 시대적 요구특성

구 분	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
잉크기본성상	OIL BASE	천연수지 + OIL BASE	천연수지 + OIL BASE	합성수지 + OIL BASE	합성수지 + OIL BASE	합성수지 + OIL BASE + SOY OIL	합성수지 + OIL BASE + ?
망점재현성	×	×	△	○	○	○	○
광택	×	×	△	△~○	○	○	△
건조	○	○	○	○	○	○	○
셋트	×	×	×	○	○	○	○
유화	×	×	×	△	○	○	○
로라건조방지	×	×	×	×	△	○	○
인쇄적성	△	×	△	○	○	○	○
환경오염	×	×	×	×	△	○	○
중금속	×	×	×	○	○	○	○

○ : 요구 △ : 보통 × : 무관심

인쇄잉크 중에는 원료성분상 안료나 첨가제에 일부 중금속이 함유되어 있고 또한 바니스, 건조제 등에 일부 포함되어 있다. 이미 앞서 설명된 바 있는 중금속 함량 규제는 잉크제조사가 식품포장용, 장난감용 잉크를 생산 공급하므로 오래 전에 중금속의 사용을 기피하여 왔다.

예를 들면 Chrome Yellow, Molybdate Orange, Chrome Green 등 무기안료나 인쇄잉크용 Drier의 주성분이었던 Pb를 완전히 삭제하고, 수지합성에도 Pb를 사용하지 않으므로 EPA에 의한 RCRA(Resource Conservation and Recovering Act) 규제인 8종의 중금속이 허용한도 이하에서 관리되어 왔다.

특히 인쇄물이나 인쇄잉크를 소각할 때 발생하는 금속산화물이나 쓰레기에 매립되어 식수원에 가용성 금속염으로 존재하게 되면 인체 맹독성으로 작용될 수 있는 것이다.

4-3. 방향족 용제(Aromatic Solvent)

미국 OSHA의 HCS를 용기에 표시하도록 하고 각종 잉크의 MSDS (Material Safety Data Sheet)를 제

[표5] V.O.C. 함량 측정치 (Method 24)

구 분	석유계 잉크	SOY 잉크	비 고
BLACK	15.0%	6.5%	METHOD 24 (110° C/1hr)
RED	12.0%	6.5%	
YELLOW	16.0%	4.4%	
CYAN	9.0%	4.6%	
INK OIL	2.4%		
SOY OIL		0.8%	

출토록 하였다.

그러므로 인쇄잉크의 조성중에 잉크용제의 성분이 인체의 유해성을 시비하게 되었다. 잉크용제(광물유)는 증발속도, 용해력, 증류곡선 Aromatic 성분, 유동점 Aniline Point 등에 의하여 종류가 다양하며 인쇄잉크의 용도에 따라 선별하여 사용하고 있다. 특히 인체에 유해한 방향족(Aromatic) 성분은 1% 이하로 규제하고 있다.

최근 무취 또는 저취의 이름으로 인쇄잉크를 생산하는 것도 Aromatic Free의 개념이 도입된 것으로 인체의 유해성을 고려하면 다른 요인이 상대적으로 떨어지는 물성을 최대한 근접하기 위하여 Aromatic Free용제에 적합한 수지를 개발하고 있는 현실이다.

인체의 유해성으로 Aromatic Free 용제가 적극 도입되는 것은 결국 SOY 잉크화를 추진하는 것과 동일한 의미

[표6] 잉크별 SOY OIL 함량 (ASA 추천)

잉크별	SOY OIL 함량
신문잉크	55%
매엽잉크	20%
HEAT SET 잉크	18%
FORM 용 잉크	40%

를 가지게 되므로 환경오염 예방책으로 병행 검토함이 빠른 접근 방법이 될 것이다.

5. 인쇄잉크내 SOY OIL 도입

인쇄잉크의 원료로 사용되어지는 식물유는 주로 건성유인 Linseed Oil, Tung Oil을 사용하고 Soy Oil과 같은 반건성유는 사용할 수 없는 것이 상식화되어 왔으나 70년 후반부터 개발하여 80년대 후반부터 각종 인쇄잉크에 본격 사용되면서 품질의 개량, 신제품의 개발로 Soy Oil 사용량이 증가되고 있다.

Soy Oil을 인쇄잉크에 도입하는 방법은 현재 사용중인 건성유와의 완전 대체를 의미하는 것이 아니다. Soy Oil을 이용한 새로운 Vehicle의 제조와 Soy Oil의 첨가 방법에 따라 인쇄 잉크의 물성의 전혀 다른 특성을 가질 수 있다.

이와같은 새로운 방법은 다음에 언급하기로 하고 Soy Oil을 사용한 SOY 잉크 인쇄상의 장점을 열거하기로 한다.

5-1. 색상의 선명도가 우수

석유계 용제형 잉크보다 SOY잉크가 투명하고 깨끗하며 침투속도가 늦어 소지상에서의 발색성이 우수하다.

5-2. Dot Gain이 적다

잉크의 안료 WETTING성이 우수하고 유동성이 양호하여 적은 양의 잉크내림을 하여도 인쇄효과가 재현되므로 망점 재현성이 우수하고 인쇄물의 Sharpness가 뚜렷하다.

5-3. Contrast가 우수

고순도의 잉크이므로 망점 재현은 물론 음영이 정확하고 100% 화상부분과 100% 이하의 화상부분과의 잉크내림량 조정이 수월하다.

5-4. Trapping 양호

각 망점의 퍼짐성이 양호하므로 적은 양으로 인쇄를 하여도 농도감이 크며 1도, 2도, 3도, 4도 등 이층 복합

인쇄 부분이 고르게 인쇄되므로 광택이나 발색도는 물론 연색성이 우수하다.

5-5. 손지가 적다

SOY 잉크의 유동성이 극히 우수하므로 특히 신문인쇄에서 초기 발생되는 용지의 손실을 극소화할 수 있다.

5-6. 기상 안정 우수

용제형보다는 증발속도가 늦으므로 인쇄기상에서 오래 방치하여도 건조의 문제나 비산현상이 극히 적다.

6. 맺음말

전세계가 환경오염의 심각성에 대해 경각심을 갖고 있는 현실에서 비단 다른 산업체보다는 오염도가 낮다고 인식하고 다소 무관심했던 인쇄잉크 분야에서 최근 발단이야 어찌됐든 미국이 Soy Oil을 최초로 인쇄잉크에 도입, 확산시킨 것은 의미있는 발상이었다. 더욱이 V.O.C 규제에 부응할 수 있는 근본적인 대책을 수립할 동기를 부여하였다고 하겠다.

Soy Oil의 도입으로 파생되는 제반 문제점들이 오랜 시험과 연구로 개발 개량되었으나 아직도 건조성, 습수와 의 균형, 셋트, 인쇄적성 등 조정할 부분이 있다고 생각된다.

특히 국내나 일본에서는 현재 사용 중인 Linseed Oil보다 가격이 비싸다고 하는 것이 문제화되고 있으나 미국에 수출하는 잉크는 Soy Oil사용이 의무화돼 있는 실정이므로 몇몇 국내잉크 Maker는 규정된 함량에 준하여 SOY 잉크를 다량 공급하고 있음을 간과해서는 안되겠다.

결국 환경오염 대응차원에서 인쇄잉크의 길길은 V.O.C.를 낮추는 방

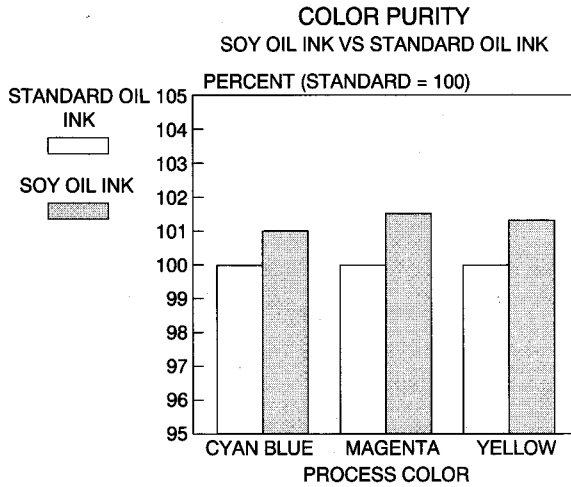
[표7] 일반용제와 AROMATIC FREE 용제 비교

구 분	일반용제	AROMATIC FREE 용제	비 고
증류범위	260-290℃	260-290℃	신수지 개발이 필요
비중 (15℃)	0.832	0.805	
AROMATIC CONTENT	20%	< 1%	
ANILINE POINT	76℃	90℃	
K-점도(cst/20℃)	5.1	5.5	
용 해 력	◎	× ~ △	
기상안정성	◎	○	
광택	◎	△ ~ ×	

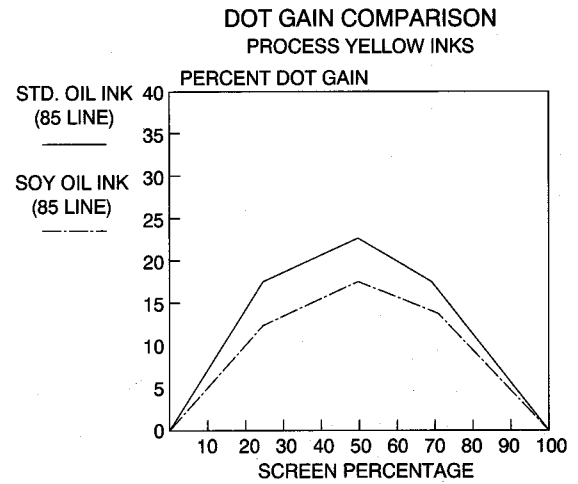
[표8] OIL별 특성 비교표

구 분	LINSEED OIL	TUNG OIL	SOYBEAN OIL
PALMITIC	5.5%	4%	8%
STEARIC	4	1	4
ARACHIDIC	0.3		0.6
LINGNOCERIC	0.2		
OLEIC	22	8	28
LINOLEIC	17	4	54
LINOLENIC	51	3	5
ELEOSTEARIC		80	
MYRISTIC			0.1
MYRISTOLEIC			0.1
PALMITOLEIC			0.2
계	100	100	100
IODINE VALUE (WIJS)	155-205	160-175	120-141
SAPONIFICATION VALUE	188-196	189-195	189-195
MELTING POINT ℃	-20℃	4℃	-20~-23℃

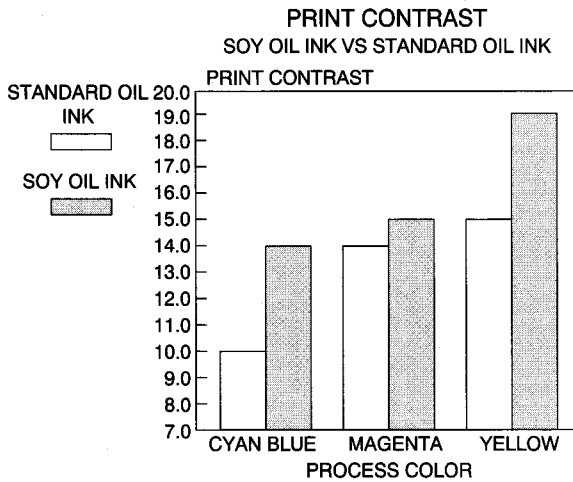
(그림1) 용제형 잉크와 SOY 잉크의 선명도 비교



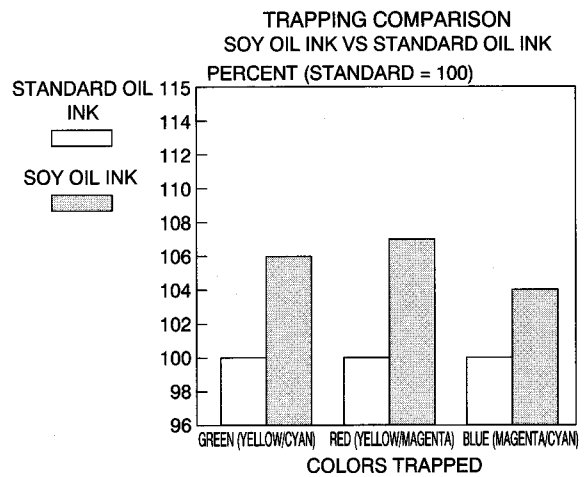
(그림2) 망점 비교표



(그림3) CONTRAST 비교표



(그림4) TRAPPING 비교표



향으로 가격을 무시하고 식물유형(Oil Base)으로 갈 것이냐, 아니면 저취, 저독성인 Aromatic Free형으로 갈 것이냐는 향후 몇년을 관망해야 할 것이냐 식물유를 모두 해외로부터 수입하는 우리의 현실에서 환경보호를 전제로 한 값싸고 품질이 우수한 원료를 찾아 지속적인 연구와 노력을 경주해야 할 것이다.