

환경에 대한 폐플라스틱의 영향

— 1회용 발포식품용기를 중심으로 —

이 글은 일본 석유 화학신문에 연재(91.9~92.2)되었던 내용을 발췌해 우리말로 옮긴 것이다. 한남화학(주) 제 2서비스부에서 원고를 제공했다(편집자).

1. 서론

최근 지구환경의 오염이 심각하여 세계적인 규모로 그 대응이 촉박해지고 있다. 그런 중에 과학기술 고도화의 성과로써 등장, 보급되고 있는 플라스틱을 시작으로한 합성 고분자 소재와 그 제품이 우리들의 일상생활에 있어서 편의성을 비약적으로 향상시켜온 한편 지구환경 문제와 어떻게 연관되어 왔는가를 새로이 검토하는 것이 중요한 테마가 되었다.

이러한 시점에서 플라스틱 제품에서도 비중을 차지하고 있는 포장재료 중 특히 1회용 플라스틱 식품용기를 중심으로 지구 환경 문제와의 관계 및 일상생활에 있어서 편의성문제 등에 대해 고찰하고자 한다.

1회용 플라스틱 식품용기에는 소위 Tray, Pack 등 접시모양의 용기류 이외에 PET 병, PVC 병 등 병모양 용기, 각종 필름 등 무형상 포장 등이 있으며, 여기에서 다루고자 하는 1회용 플라스틱 용기는 발포 폴리스티렌 트레이(PSP) 등 접시모양 용기를 말한다.

지구환경 문제로는 구체적으로 지구의 온난화, 성층권 오존층의 파괴, 산성비, 열대림의 감소, 사막화, 유해 폐기물의 국경이동, 해양오염, 야생생물의 감소, 개발도상국의 공해문제 등이다.

사실 지구환경 오염 문제에 대해

서는 플라스틱·일회용 식품용기가 출발원료인 석유에서 그 수송, 소재의 제조, 가공 그리고 사용하여 폐기할 때까지 일련의 공정에 관하여 플라스틱 식품용기의 수지 재료별로 각각 검토하는 것이 본래의 목적이나, 재료가 다양하므로 여기에서는 주로 1회용 식품용기의 대표적 제품인 발포 폴리스티렌 트레이(PSP)의 폐기 처분 문제와 일상생활에서의 편의성과 지구환경 문제와의 관련성에 중점을 두고 검토한다.

그리고 발포 폴리스티렌 트레이와 비교해야 하는 소재로서 종이 트레이를 선택하였다.

2 1회용 플라스틱 식품용기의 개요

2-1. 1회용 플라스틱 식품용기의 종류와 용도

본 자료에 있어서 1회용 플라스틱 식품용기란 앞에서 말한대로 Tray·Pack 등 접시모양 용기를 말한다. 이들 소위 트레이류에는 어떠한 종류의 제품이 있고 또한 어떠한 용도가 있는가를 알아보면 다음과 같다.

▲Tray

주로 신선한 식품이나 부식 나물 판매에 사용되는 뚜껑 없는 용기. 재료로서는 발포 폴리스티렌(EPS), 비발포 폴리스티렌(PS), 폴리프로필렌(PP) 등이 있다.

▲Pack

[표 1] 일본의 플라스틱 포장자재용기의 출하수량(1986.~1990.) (천톤 (전년비%))

품명	단위	출하수량					비고
		1986	1987	1988	1989	1990	
종합계	천톤	2,352.2	2,516.2	2,779.8	3,026.9	3,265.1	
	%	101	107	110	109	108	
(1) Film-Sheet	천톤	1,258.3	1,327.2	1,425.0	1,489.0	1,614.0	
합계	%	101	105	107	107	108	
LDPE	천톤	403.0	425.7	454.2	487.7	564.9	포장용만 계산
	%	96	106	107	107	116	
HDPE	천톤	242.5	242.6	239.1	247.2	254.2	극박강화를 포함
	%	99	100	99	103	103	
PP	천톤	239.5	255.0	279.1	292.9	304.9	
	%	104	106	109	105	104	
PVC(연질)	천톤	103.9	109.0	122.8	129.6	135.6	
	%	107	105	113	105	105	
PVC(경질)	천톤	98.4	102.3	115.6	119.4	121.0	
	%	110	104	113	103	101	
PS	천톤	150.0	170.0	189.0	184.7	202.3	
	%	105	113	111	98	110	
A-PET	천톤	-	-	-	0.7	1.8	
	%	-	-	-	-	257	
C-PET	천톤	-	-	-	0.3	0.4	
	%	-	-	-	-	133	
PET	천톤	19.4	21.0	23.5	25.2	27.5	
	%	104	108	112	107	109	
PC	천톤	1.6	1.6	1.7	1.3	1.4	
	%	104	100	106	76	108	
(2) 중공성형용기	천톤	269.6	301.5	322.3	358.8	391.0	
합계	%	104	112	107	111	109	
(3) 사출성형용기	천톤	200.1	212.0	308.4	364.3	379.4	
콘테이너류 합계	%	96	106	145	118	104	
(4) 라미네이트 연질	천톤	220.9	239.5	260.8	280.1	296.8	
제품합계	%	104	108	109	108	106	
(5) 연신 Flat Yam	천톤	129.0	161.7	152.0	187.5	197.3	결속Tape, Band
합계	%	81	125	94	123	105	포함
(6) 발포 제품	천톤	274.3	274.3	312.1	347.2	386.1	
합계	%	116	100	114	112	111	
EPS 성형품	천톤	135.4	137.4	155.6	172.2	202.8	
	%	102	101	113	111	118	
PSP	천톤	83.1	85.8	95.6	105.3	109.8	
	%	132	103	111	110	104	
라미네이트 PSP	천톤	36.6	32.4	38.4	45.9	48.5	
	%	163	89	119	119	106	
고발포 PE	천톤	19.2	18.7	22.5	24.0	25.5	
	%	105	97	120	107	106	

*화학공업일보(일본), 1991. 10. 18.

용도는 Tray와 같으며, 특히 간이 개방용 경첩식 뚜껑 부착 투명용기나 뚜껑없는 투명용기가 특징. 재료로서는 비발포 폴리스티렌(PS), 염화비닐수지(PVC) 등이 있다.

▲소형 감합 용기

Tray의 변형 type이라고 할 수 있고, 주로 조리식품이나 가열 조리식품 등의 부식 나물류의 용기로서 사용된다. 이 Type은 서로 맞물리는 뚜껑과 함께 사용되며 내열성이 우수한 점이 특징이다. 재료는 비발포 폴

[표2] Tray의 재료별 원료 소비 일람표 (1989년)

품목	원료소비량(톤)	전년대비(%)
PSP	131,020	110.2
OPS	68,200	104.6
HIPS	75,000	(추정)
PP	40,000	(추정)
Filler-PP	18,000	160.0
A-PER	-	-
PVC	92,480	103.7
합계	388,700	

리스티렌(PS), 필러복합 폴리프로필렌(Filler PP), A-PET, 내열 폴리스티렌(내열PS) 등이 있다.

▲휴대용 도시락 용기

이것은 최근 생활양식의 변화에 따라서 급속도로 시장이 확대되고 있는 휴대용 도시락이나 음식을 위한 용기로 전자레인지의 가열에 견딜수 있는 내열 type도 있다. 재료로서는 발포 폴리스티렌(EPS), 비발포 폴리스티렌(PS), 필러복합 폴리프로필렌(Filler PP) 등이 있다.

▲각종 뚜껑재료

이것은 Tray·Pack이라고 일컫는 제품의 구분과 다르나 최근 Tray 상의 용기와 뚜껑을 일체화하여 사용하는 경우가 늘고 있다. 재료는 2축 연신 PS, PVC 등이 있다.

2-2. 1회용 플라스틱 식품용기의 재료

1회용 플라스틱 식품용기의 재료는 주로 PS, PP이고 그밖에 A-PET 수지나 PVC 수지 등이 사용된다. 또 PS에 관하여서는 발포 폴리스티렌 시트(PSP), 2축연신 폴리스티렌 시트(OPS), 내충격성 폴리스티렌(HIPS) 등이 있다. 또 PP에는 범용 type(PP)외에 무기 Filler 복합 type(Filler PP) 등이 있다. 각각 재

[표3] 포장자재용기의 원료별 출하 수량(1986~1990)

(천톤), ()는 전년비%

원재료별	1986		1987		1988		1989		1990	
	출하수량	%	출하수량	%	출하수량	%	출하수량	%	출하수량	%
종이·판지 제품	9,954.0 (103)	54.8	10,491.5 (105)	55.3	11,155.7 (106)	55.3	11,674.8 (105)	55.2	12,122.0 (104)	54.7
셀로판	43.3 (86)	0.3	44.5 (96)	0.3	39.6 (95)	0.2	39.3 (99)	0.2	39.6 (100)	0.2
플라스틱포장자재용기	2,352.2 (101)	12.9	2,516.2 (107)	13.3	2,799.8 (110)	13.8	3,026.9 (109)	14.3	3,265.1 (108)	14.8
금속제포장자재용기	1,785.6 (102)	9.8	1,921.9 (108)	10.1	2,048.0 (107)	10.2	2,150.4 (103)	15.1	2,321.6 (103)	15.1
유리용기	2,159.9 (97)	11.9	2,201.0 (102)	11.6	2,302.7 (105)	11.4	2,461.2 (107)	11.6	2,597.0 (106)	11.7
목제포장자재용기	1,634.0 (100)	9.0	1,542.0 (94)	8.1	1,573.5 (102)	7.8	1,549.5 (98)	7.3	1,520.5 (98)	6.9
직물용기	184.8 (87)	1.0	176.4 (95)	0.9	200.6 (114)	1.0	194.0 (97)	0.9	189.9 (98)	0.9
기타포장자재용기	53.9 (85)	0.3	69.3 (129)	0.4	70.5 (102)	0.3	68.7 (97)	0.3	68.7 (100)	0.3
총합계	18,167.7 (102)	100	18,959.5 (104)	100	20,170.4 (106)	100	21,164.8 (105)	100	22,124.0 (105)	100

[표 4] 각종 플라스틱의 Total Energy 내역

(단위:kcal/g)

품명	수송	PROCESS	자원	TOTAL	자원비율(%)	회수가능*1	Total*2(비회수)
LDPE	0.50	6.83	16.94	24.27	69.8	11.00	13.27
HDPE	0.52	5.89	17.36	23.77	73.0	11.00	12.77
P S	0.68	10.43	22.91	34.02	67.3	9.60	24.42
P P	0.52	6.99	17.36	24.87	69.8	10.80	14.07
PVC	0.41	9.10	8.01	17.52	45.7	4.80	12.72
PVDC	0.62	14.29	5.88	20.79	28.31	2.30	18.49
ABS	0.75	11.98	25.27	38.00	66.50	9.10	28.90
A S	0.68	10.35	22.96	33.99	67.50	9.70	24.29
PET(병)	0.50	12.58	16.79	29.87	56.20	5.50	24.37
PET(필름)	0.49	12.06	16.53	29.08	56.80	5.50	23.58
불포화 Polyester	0.92	15.27	31.17	47.36	65.80	5.40	41.96
Nylon-6	1.09	15.29	36.68	53.06	69.10	6.81	46.25
Nylon-66	0.89	21.78	29.92	52.59	56.90	2.31	50.28
P C	0.46	20.08	11.28	31.82	35.40	6.26	25.56
PBT	1.00	18.68	24.19	43.87	55.10	7.08	36.79
U F	1.17	19.78	21.17	48.12	56.50	4.50	43.62

*1) 회수 에너지는 연소에 의하여 회수 가능한 에너지

*2) 연소의 수단으로는 회수할 수 없는 에너지의 총량

료의 특징은 다음과 같다.

▲PSP

PS를 발포시킨 type. 진주상의 광택이 있고 단열성과 완충성이 우수하

며 10~15배로 발포시킨 것으로 경량이고 원료의 사용량이 적어서 자원 절약 효과가 크다.

▲OPS

[표5] PSP 용기와 종이 용기의 제조에서 폐기까지의 에너지 상대 비교

(용기 각 5만개 당)

구분	PSP 용기	종이 용기	계
에너지 소비도	35%	65%	100%
물 소비도	44%	56%	100%
고형 폐기물 발생도	28%	72%	100%
대기 오염도	15%	85%	100%
수질 오염도	49%	51%	100%
종합도 합	17%	83%	100%
지수 대비	31%	69%	100%

폴리스티렌 시트를 종횡 2방향으로 연신한 type. 이에 따라 강도와 투명성이 향상된 것이 큰 특징이다.

▲HIPS

범용 폴리스티렌에 내충격성을 가한 type. 유백색의 반투명으로 비발포이다.

▲PP

원료 수지는 폴리프로필렌. 무색 반투명으로 잘 안개지고 내열성과 내유성이 우수한 것이 특징이다.

▲Filler PP

원료 수지는 폴리프로필렌과 무기물 Filler와의 복합체. 내열성을 크게 향상시켜 전자레인저 가열에도 충분히 견디는 외에 소각시 발열량이 낮은 것이 특징이다.

▲A-PET

원료 수지는 비결정성 PET 수지로 투명성과 강도가 우수한 것 외에 소각시 발열량이 적은 것이 특징이다.

▲PVC

염화비닐수지를 원료로 한 것으로 투명성이 우수한 것이 특징이다.

1회용 플라스틱 식품의 일본내 생산동향은 일본포장기술회사가 조사한 포장 재료의 생산통계 [표 1]에서 전체 경향을 알 수 있으며, Tray에 관한 재료수지별로 원료수지·시트의 소비실적은 [표 2]와 같다. 재료별

[표6] 미국에서의 대기 오염 물질의 배출량 비교

(단위: lb, 뚜껑있는 용기 1천개당)

대기오염물질	PSP 용기	종이 용기
분진	0.9(408g)	5.1(2,313g)
질소산화물(NOx)	2.1(953g)	5.2(2,359g)
탄화수소(CH)	6.8(3,085g)	3.5(1,588g)
황산화물(SOx)	3.1(1,406g)	9.7(4,400g)
이산화탄소(CO)	0.9(408g)	1.8(816g)
합계	13.8(6,260g)	25.3(11,476g)

통계 [표 2]에서 PSP는 PSP공업회, OPS는 OPS간담회, PVC는 PVC식품위생협회의 통계를 인용하고 그 이외는 추정에 따랐다.

[표 1] 및 [표 2]의 생산통계 및 원료 소비량에서 PSP가 1회용 플라스틱 식품용기의 대표적인 제품임을 확인할 수 있다. 그러므로 이 글에서도 PSP를 대표적인 제품으로서 다룬다. 그리고 경합되는 종이 Tray를 포함한 포장재료 전체의 생산통계는 일본포장기술협회가 조사한 포장자재 용기 출하통계[표 3]과 같다.

3. 발포 폴리스티렌 Tray와 지구환경 문제

여기에서는 지금까지 발표된 각종 보고서를 통하여 발포 폴리스티렌 Tray와 지구환경 문제의 영향에 관하여 논한다.

3-1. 제조 에너지의 비교

각종 고분자 소재의 제조에 필요한 에너지 계산은 화학경제연구소(일본)가 1981년에 작성한 '신규 소재 도입에 따른 에너지 절약 효과 분석에 관하여'란 조사 보고서에서 인용한다. 여기에 따르면 각종 플라스틱의 Total Energy 내역과 종이 펄프 제조에 필요한 Total Energy는 [표

[표7] PSP 용기와 종이 용기의 Recycle률에 따른 에너지 소비량 (10000개 사용시, 단위 백만 BTU) (종이용기의 Recycle률은 0일 때만 상정)

Recycle률	0%	25%	50%	75%	100%
PSP 용기	6.5	5.7	5.3	4.8	4.4
종이 용기	8.8	-	-	-	-

* 1BTU=0.252 kcal

4)와 같다.

PSP 용기와 종이 용기의 제조에서 폐기까지의 에너지 비교는 약간 오래 됐으나 미국의 MIDWEST RE-SEARCH INSTITUTE가 7개월간의 조사 끝에 내놓은 데이터는 [표 5]와 같다.

[표 5]에 의하면 PSP 용기와 종이는 용기의 제조에 필요한 소비에너지 PSP 용기 쪽이 적고, 각종 환경의 영향에서도 전체적으로 PSP 용기 쪽 부담이 적다. 그 결과 종합 평가로써 PSP 용기가 종이 용기보다 훨씬 환경에 우수하다. 단지 데이터는 미국의 수년전 조사 결과이므로 어디까지나 참고 자료로써 소개한 것이다.

3-2. 대기오염에 관하여

PSP용기와 지구환경 문제와의 관련 이전에 발포 폴리스티렌과 지구환경 문제라는 시점에서 보지 않으면 안되는 문제가 있다. 그것은 프레온가스 문제이다.

PSP 용기를 포함한 EPS 제품의 제조에 있어서 발포가스로 프레온가스(CFC)를 이용하기 때문에 오존층에 영향을 끼친다는 지적이 있다. 그러나 현재 PSP 용기를 위시하여 EPS 제품의 제조에는 일체 프레온가스는 사용하지 않고, 부탄·펜탄 가스 등으로 전부 대체 사용하고 있으며, 또 이들 발포 가스는 제조 공정

[표8] 환경 오염 배출량(10000개 사용시)

고형폐기물	Recycle률	단위	0%	25%	50%	75%	100%
			16.5	13.0	9.4	5.9	2.3
PSP용기	ft	11.7	-	-	-	-	
종이용기	ft	-	-	-	-	-	
대기오염 물질	PSP용기	lb	13.8	13.3	12.8	12.3	11.8
	종이용기	lb	25.7	-	-	-	-
수질오염 물질	PSP용기	lb	2.5	2.3	2.1	2.1	1.7
	종이용기	lb	4.3	-	-	-	-

에서 회수 처리되므로 오존층에 영향을 끼칠 걱정은 전혀 없어졌다.

미국에서의 조사(미국 Franklin 연구소의 'ENVIRONMENTAL SAFETY HEALTH IMPACT OF POLYSTYRENE')에 따르면 PSP 용기와 종이 용기의 대기오염 물질의 배출량은 [표 6]과 같다.

[표 6]에 따르면 PSP 용기는 종이 용기에 비하여 대기오염의 영향이 총량기준으로 할 때 반 정도로써 지구환경의 부하가 적다는 것을 알 수 있다.

그와 관련하여 미국에서의 실험에 의하면 PSP 용기제조에 프레온가스의 소비량은 프레온가스 전체의 2.3%로 극히 적고, 또 발포 플라스틱 용 프레온가스 소비량의 91.9%를 발포 우레탄이 차지하고 있다. 또 프레온가스 전체의 28%가 냉장고나 자동차 에어컨의 냉매로 사용되고 있으며 이것이 대량 대기중에 방출되고 있다. 전술한 미국에서의 조사 분석에 따르면 대기오염 물질의 배출량은 PSP 용기쪽이 종이 용기보다 적다는 것이 보고되어 있다. 또 이런 경향은 어느나라에도 마찬가지이다. 그러나 지구환경 문제의 대응이라는 관점에서 말하면 프레온가스등의 물질을 사용하지 않고 지구환경에 부하가 적은 제품을 만드는 기술을 개발해가는 것이 금후의 과제라고 생각한다.

[표 9] 오사카 시의 쓰레기 조성 추이

증량(%)

구 분	'60	'65	'70	'75	'80	'85	'86	'87
음식찌꺼기	8.2	14.5	11.8	12.1	13.2	11.5	9.6	9.6
짚, 낙엽, 차찌꺼기	4.0	4.4	3.0	1.5	2.5	1.6	2.0	2.5
종 이 류	30.1	39.6	28.6	36.8	37.1	28.8	35.5	39.7
섬유, 목재류	11.9	7.1	7.3	9.3	6.5	10.9	10.3	0.3
가죽, 고무	2.6	0.5	0.4	1.1	0.3	0.3	0.5	8.3
플라스틱류	1.9	3.3	12.1	11.0	15.2	14.2	16.4	16.8
소 계	58.7	69.4	63.2	71.8	74.8	67.3	74.3	77.2
조개껍질, 알껍질	1.9	2.9	4.0	1.3	1.4	0.9	1.6	0.9
유리, 도기	17.6	15.5	19.5	12.1	12.3	14.8	12.0	8.4
금 속	2.3	3.1	7.2	6.1	5.5	6.8	5.9	5.5
흙, 잡동사니	19.5	9.1	6.6	8.7	6.0	10.2	6.2	8.0
소 계	41.3	30.6	36.8	28.2	25.2	32.7	25.7	22.8
합 계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

예를들면 대기중의 산소나 질소 등 천연에 존재하는 물질을 이용한 새로운 발포 기술의 개발로써, 이미 수증기를 이용한 깨끗한 발포 용기가 일본에서는 제품화 되어서 주목받고 있다. 질소를 이용한 발포 기술의 실용화 연구도 진행되고 있다.

또 발포 PS 제품은 부피를 원료의 10~50배로 발포한 제품으로 용적에 비하여 원료 수지의 소비량이 적은 것이 특징이다. 이 의미는 자원절약형 제품이란 말이며, 자원이 유효이용이라는 점에서 고분자소재의 사용 실례 중에서도 뛰어난 자원절약형 제품이라고 할 수 있다.

이처럼 지구 환경에 부하를 주지 않고 환경과의 조화를 기도한다는 시점에서 새로운 고분자 소재의 이용 기술의 개발이 진행되고 있다. PSP 용기 분야에서도 프레온가스 문제를 계기로 환경 조화형 기술혁신이 진행되고 있는 자체가 지구환경 문제에 플라스틱이라는 고분자 소재가 대응하고 있는 가능성을 나타내고 있다고

말할 수 있다.

3-3. PSP 용기의 자원과 환경의 영향

미국 Flanklin 연구소가 1960년 6월에 발표한 'Resource and Environmental Profile Analysis

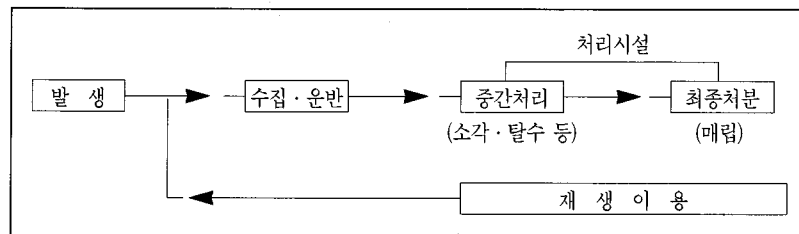
of Form Polystyrene and Bleached Paperboard Containers Final Report' (발포 PS와 표백종이 용기의 자원과 환경에 대한 영향 분석 최종 보고)에 PSP 용기와 종이 용기의 자원과 환경에 대한 영향에 관하여 상세한 분석이 나와 있다.

이 조사는 주로 PSP 용기와 종이 용기에 관하여 에너지와 환경에 끼치는 영향을 정량화한 것으로 자원의 채굴에서 가공·제조·사용·폐기·리사이클·재사용까지 각각의 단계에서 에너지 소비와 환경으로의 배출물(고형폐기물·대기오염물질·수질오염물질 등)을 정량화하고 있다. 조사 결과는 다음과 같다.

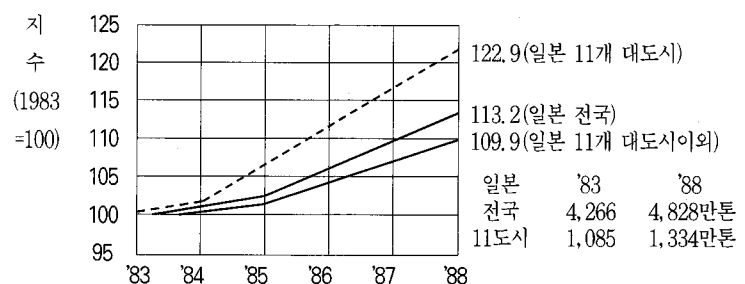
1) 에너지 필요량과 자원의 영향

PSP 용기와 종이 용기의 에너지 필요량은 [표 7]과 같다. 이 결과에서 Recycle를 0%일때에 PSP는 종이보다 에너지 필요량이 30% 적고, Recycle를 100%가 되면 PSP는 에

[그림1] 폐기물 처리의 흐름도



[그림2] 일본 대도시에서의 쓰레기 총배출량의 추이(지수)



너지 필요량이 50% 적게 된다.

또 어느 용기도 에너지 총량의 90% 이상이 용기 자체에 필요하고 그중 천연가스나 석유, 석탄 등으로 부터 얻는 에너지는 PSP가 90%, 종이 가 65% 이다. 한편 목재로부터 얻 는 에너지는 PSP가 4%, 종이 가 30%이다. 결국 PSP와 종이의 주요 차이점은 목재에서 얻는 에너지의 사 용 방법이라고 분석하고 있다.

2) 환경의 영향

용기가 환경에 미치는 영향으로써 고형폐기물, 대기오염물질, 수질오염물 질 3가지로 각각의 영향은 정량화한 [표 8]과 같다.

1. 고형 폐기물의 발생량은 Re-cycle률이 0%일 때 PSP 폐기물은 16.5fT, 종이 폐기물은 11.7fT이다. 이는 Recycle률이 0%이면 종이 용기 폐기물의 배출량이 29% 적음을 나타 내나 Recycle률을 50%로 하면 PSP 는 9.4fT까지 내려가 종이 용기보다 배출량은 약 20% 감소하게 된다. 즉 이 계산으로 추정하면 PSP 용기의 Recycle률이 34%에 달하면 고형 폐 기물의 배출량은 PSP와 종이 가 같게 된다.

2. 각각 용기에서 대기오염 물질로 발생하는 것은 분진·질소산화물 (NOx)·탄화수소·황산화물 (SOx)·일산화탄소 5가지로 그중 탄 화수소 이외의 4가지 어느 성분이나 PSP가 종이보다 밀들고 있다. Recycle률 0%에서의 대기오염 물질 의 배출량은 PSP가 종이보다 46% 적고 Recycle률이 100%가 되면 54%까지 떨어진다.

3. 수질오염 물질에 관하여서는 용 해성 증발잔유물·생물학적 산소요구 량(BOD)·부유물질·산의 4성분이

배출된다. 이중 용해성 증발잔유물을 뺀 3성분의 배출량은 PSP가 종이보다

적다. 또 Recycle률에서도 PSP가 수 질 오염 물질의 배출량이 42% 적다.

[표 10] 플라스틱 처리 체제

화학품검사협회(오사카) (단위: g/매)

수집형태	플라스틱 쓰레기로 수집	혼합 쓰레기로 수집	가연 쓰레기로 수집	불연, 부적 쓰레기로 수집	가연쓰레기 불연쓰레기 혼합수집	기 타	계
소각처리	12	158	1,222	53	176	7	1,630
매립처분 (선별)-자원화	22	174	121	1,032	114	12	1,475
기 타	9	-	2	9	-	5	25
계	-	14	-	12	12	87	125
계	43	346	1,345	1,106	304	111	3,255

*발췌:〈플라스틱 쓰레기 대책의 현상에 관하여〉 후생성

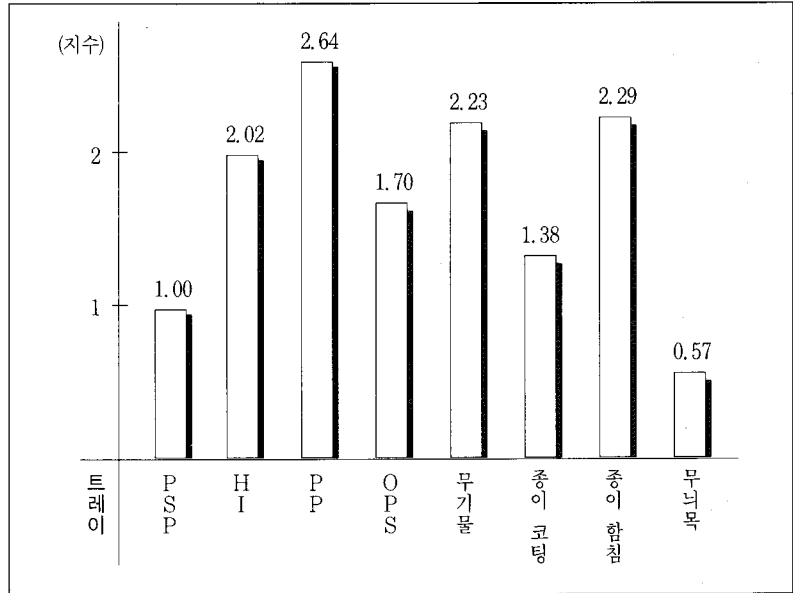
[표 11] 플라스틱 쓰레기 수집 형태의 특징

수집형태	개 요	배출자 입장의 특징	수집·운반의 특징	처리·처분, 자원화에 대한 특징
플라스틱 쓰레기로 수집	·가연쓰레기, 플라스틱쓰레기, 불연쓰레기 등 3가지 이상 분류하여 분리수거되는 경우가 많다.	·분리의 종류가 많고 일손이 많이 든다. ·플라스틱쓰레기에 대한 의식이 높다.	·분리 종류가 많기 때문에 수집, 운반차량 수, 인원이 다수 필요하므로 효율이 낮다.	·플라스틱의 자원화가 용이 ·플라스틱전용소각로를 설치할 수 있으므로 일반쓰레기 소각로의 손상 정도를 경감시킨다.
혼합쓰레기로 수집	·일반가정쓰레기를 무분리 수거·불연물, 가전제품쓰레기, 플라스틱이 적은 시대에 오로지 하였던 방법	·분리수고가 불요 ·쓰레기에 대한 의식이 낮다.	·수집계획이 단순하다. ·용기를 정하기 어렵다. ·집하장이 난잡하기 쉽다. ·운반수단으로써 범용성이 필요하다.	·매립조건이 정비되어 있을 경우 매립으로 쓰레기처리 경비가 싸다. ·소각할 경우 가전제품 쓰레기의 파쇄 선별등 전 처리가 필요 ·자원화는 기계로는 곤란, 소작업으로는 노동 환경상 문제가 크다.
가연쓰레기로 수집	·소각처리에 부응한 분리수거방식. ·플라스틱은 일반쓰레기와 혼합 소각이 가능한 것으로 간주	·가연, 불연쓰레기의 분리에 관한 수집체제가 정착된 도시가 많고, 분리배출에 대한 정신적 저항이 적다.	·가연, 불연쓰레기로 용기, 수집차량을 구분하여 기능적으로 운영방법을 나눌수 있어 수집, 운반효율이 높다.	·불연쓰레기로써 금속, 유리류가 분리되므로 자원의 회수가 쉽다. ·매립쓰레기의 감량화 효과가 있다. ·소각로의 부하가 증대하여 로의 수명이 단축되는 문제가 있다.
불연 부적합 쓰레기로 수집	·플라스틱 매립 처분에 대응한 분리 방식 ·플라스틱은 소각이 부적당한 것으로 간주	·상동	·상동	·소각로의 손상을 경감시킬수 있다. ·매립할 경우 플라스틱의 부피가 크므로 매립 용적용적이 문제

에너지에 관한 한 PSP 용기는 Recycle를 0%의 경우 종이 용기보다 에너지 필요량이 30% 적고, Recycle률이 상승함에 따라 격차가 커져 최대로 PSP 용기는 50%까지 작은 수준까지 커진다.

환경의 영향에 관하여서는 PSP 용기가 Recycle를 0%일 때에 고정 폐기물 배출량이 종이 용기보다 많지만 Recycle를 34%에서 배출량이 같게 된다. 또 대기오염 물질, 수질오염 물질의 배출량은 어느 것이나 PSP 용기가 적어, 전체로써 PSP Tray가 종이 Tray보다 환경에 우수하다고 할 수 있다.

(그림 3) 각종 Tray 1매당 발열량 비교



4. 회용 식품 용기와 폐기물 처리

1회용 플라스틱 식품 용기와 지구 환경 문제라는 본 테마에서 제일 검토해야 할 포인트는 폐기물 처리 문제일 것이다. 왜냐하면 1회용 식품 용기는 '1회용', 요컨대 '쓰고 버림'이라는 제품 본래의 성격상 사용후 바로 또는 비교적 빠른 시기에 폐기시키기 때문이고, 소비량=폐기량이기 때문이다. 여기에서는 1회용 플라스틱 식품용기의 폐기처리와 지구환경의 영향에 관하여 일본 자료를 근거로 검토한다.

4-1. 플라스틱의 처리

1) 개요

(가) (그림 1)은 폐기물 처리의 Flow와 폐플라스틱 처리의 현상을 나타낸 것이다.

(나) (그림 2) 및 (표 9~11)로부터 폐기물처리 현상 및 폐플라스틱 처리의 실정을 알 수 있다. 이것에 의하면 폐기물의 배출량은 일반 도시 폐기물로 연간 4,800만톤, 산업폐기물로 연간 3억 1200만톤이다. 또 플라스틱처리추진협회가 조사한 1988년의 폐플라스틱 추정 배출량에 의하면 일반도시의 폐플라스틱이 276만

톤, 산업계통 폐플라스틱이 211만톤이었다. Tray 등 1회용 식품용기가 폐기될 경우, 원칙적으로 가정에서 배출되므로 일반도시 폐기물에 포함된다.

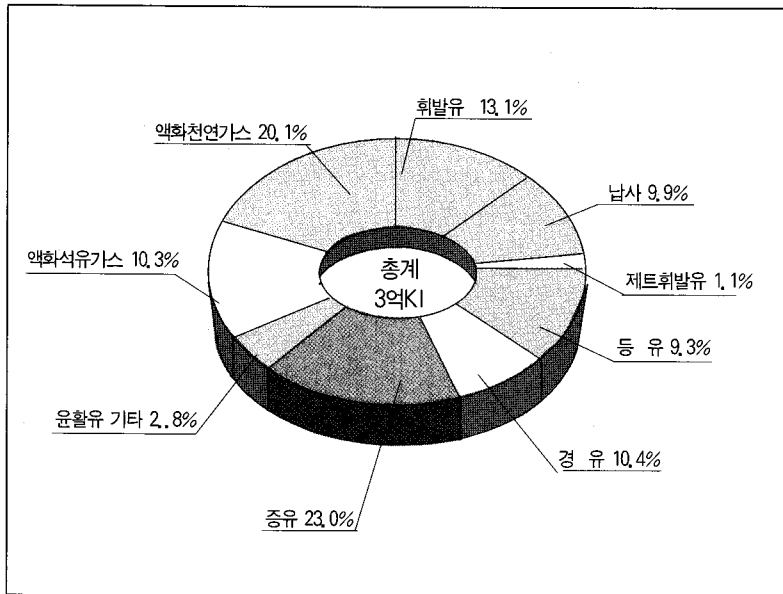
(다) 폐기물 중에 점유하는 폐플라스틱의 비율은 일본 전국 평균으로 13%, 11개 대도시에서는 23%가 되어, 대도시에서의 폐플라스틱 배출량이 많다. 이는 (표 9)의 오사카 시의 폐기물 배출량 추이로 확인할 수 있다. 이 도시에서의 폐플라스틱 혼입률은 1960년에서 1989년까지 27년간 1.9%에서 16.8%로 8.8배 증가하고 있다. 게다가 그동안 폐기물의 배출량은 전국평균으로 2배 이상 증가하였으므로 실질적으로는 18배로 늘어난 셈이다.

마찬가지로 종이류 폐기물을 보면 혼입 비율이 30%에서 40%로 증가하여 폐기물 중량으로 보면 3배 가까이 증가하였고, 그밖에도 절대량으로는 플라스틱의 2배를 점유하고 있다.

(표 12) 각종 Tray의 가스발생량과 소각후의 회분 화학품검사협회(오사카) (단위: g/매)

Tray 종별	진화분량	탄산가스	일산화탄소	질소산화물
PSP	0.041	15.3	불검출	0.0022
HI	0.085	31.7	3.43	0.0027
Filler-PP	5.00	20.8	1.17	0.0110
종이제품	1.95	20.0	불검출	0.0214
무늬목용기	0.116	59.0	불검출	0.0510

*시험방법(1) 700℃ 강열잔분 (2) 관상전기로 법



(그림 4) 석유 제품의 용도별 수요 비율(통산성 : 석유 수요 통계)

폐기물 문제중 제일 큰 문제는 폐기물의 증가라는 점으로 상기자료를 보면 종이류의 증가가 최대의 원인이며 동시에 플라스틱에 의한 영향도 있음을 알 수 있다.

폐기물의 증가에 따른 지구환경의 영향문제는 우선 수거작업 증가에 따른 수송에너지 증가를 생각할 수 있다.

2) Tray 처리에 관한 고찰

수거된 폐기물은 소각 또는 매립 하는데 우선 소각 처리에 관한 문제에 있어서 PSP Tray와 종이 Tray의 소각시 발열량과 배출되는 가스에 관하여 알아본다.

(그림 3), [표 12]에서 알 수 있는 바와 같이 PSP Tray와 종이 Tray를 비교하면 발열량은 PSP Tray가 많지만 배출가스는 종이 Tray 쪽이 많다. 발열량이 많다는 점에서는 소각로를 파손하는 등의 지적이 있으나, 최근 관심이 높아지고 있는 에너지회수에는 발열량이 높은 쪽이 유리하여, 반드시 환경에 부하가 크다고 할

수 없으며, 배기가스면에서 판단할 때 소각 처리면에서는 종이 Tray쪽이 전체적으로 지구환경에 부하가 크다고 할 수 있다.

그리고 매립에 관하여서 PSP Tray는 부피가 크므로 매립지의 공간점유율이 높은 데다가 매립하여도 썩지 않는 문제가 있다는 지적이 있다. 그래서 이 문제에 관하여 생각해 보면,

〈매립할 경우의 문제점〉

▲PSP Tray : 발포한 것이므로 부피가 크고 공간을 많이 잡는다. 그러나 매립하여도 언제까지도 썩지 않으므로 수질오염이나 지구 온난화의 문제가 되는 메탄가스 발생 등의 문제가 없다.

▲종이 Tray : PSP Tray에 비하여 부피가 작고 공간을 차지하지 않는다. 그러나 매립 후 썩으므로 오히려 수질오염이나 지구 온난화의 문제가 되는 메탄가스 발생 등의 2차 오염의 염려가 있다.

위 비교는 매립 후 PSP Tray와 종이 Tray가 환경에 끼치는 영향의 비교로 PSP는 부피가 커서 공간을 많이 차지하는 문제는 있으나 환경에 끼치는 영향은 종이 tray보다 훨씬 부하가 적다고 할 수 있다. 또 부피가 커서 공간을 차지하는 점은 감용화 등 전처리를 함으로써 충분히 해결되는 문제이다.

4-2. Tray의 Recycle에 관하여

Recycle에 관하여서 최근 큰 관심사가 되었다. 여기서는 주로 자원의 보호라는 시점에서 Recycle문제를 생각하여 본다.

플라스틱은 석유를 원료로 하는데 PSP Tray를 포함한 플라스틱 식품 용기로 사용되는 원료 수지를 석유로 환산하면 일본석유 총 소비량의 0.26%(총소비량은 약 3억kl)에 지나지 않아 ((그림 4) 참조) 자원 보호상 큰 효과를 얻을 수 있다. 또 종이 Tray를 PSP Tray로 바꾸면 1년만에 교토부와 시가현의 삼림을 모두 지킬 수 있다는 계산이 된다. 그만큼 삼림 자원을 지키는 PSP Tray의 Recycle이 가능하다면 삼림자원 보호와 석유 자원의 절약이라는 시점에서 지구 환경의 부하를 크게 저하시킬 수 있다고 할 수 있다.

본래 Recycle이란 '폐물 이용'으로 일단 사용한 여러가지 제품을 어떤 방법으로 재이용하는 것으로, 구체적으로 재이용·재생이용·자원화의 3가지 방법이 있다.

▲재이용(Reuse)

문자 그대로 일단 사용 후 폐기시킨 제품을 그대로 이용하는 방법. 옛날부터 친밀한 유리병의 회수·재이용이 좋은 예.

▲재생이용(Reproduction)

폐기된 제품을 일단 원료로 되돌려서 다시 동일 소재의 제품으로써 재생이용하는 방법. 재생지나 철 등의 재생이용이 좋은 예. 산업계 폐플라스틱도 대량 재생이용하고 있다.

▲자원화(Recovery)

폐기된 제품을 소재원료나 중간원료 등 자원으로 되돌려 에너지 등으로써 재이용하는 방법. 플라스틱의 연료화 등이 그 좋은 예.

Tray등 1회용 플라스틱 식품용기의 Recycle방법에는 재생이용이나 자원화가 있는데 그중에서도 고부가가치 에너지 소재로의 Recycle이 더 현실적인 방법으로 생각된다. 왜냐하면 플라스틱을 재생 재료로써 유효하게 이용하는 데는 여러가지 수지의 정확한 분별과 이물질 제거 및 세척 등 기술적 제약과 막대한 회수경비의 부담과 회수에 필요한 수송면에서의

환경부하의 증대 등 경제적, 환경적 제약이 많고, 재생 재료로써 이용할 수 있다 하더라도 용도의 확보나 최종적으로는 폐기물이 되고 만다는 문제가 남으므로 현실적이지 아니라고 생각되기 때문이다. 특히 세척에 필요한 물의 처리는 수질오염 등의 2차공해로 이어질 염려도 있어 어려운 과제를 포함하고 있다고 생각된다.

플라스틱은 원래 석유를 출발원료로 하며, 사용후 폐기된 플라스틱제품을 고부가가치 에너지 자원으로써 다시 이용할 수 있다면 석유자원의 절약과 삼림자원의 보호에 기여하여 자원의 유효이용이 된다.

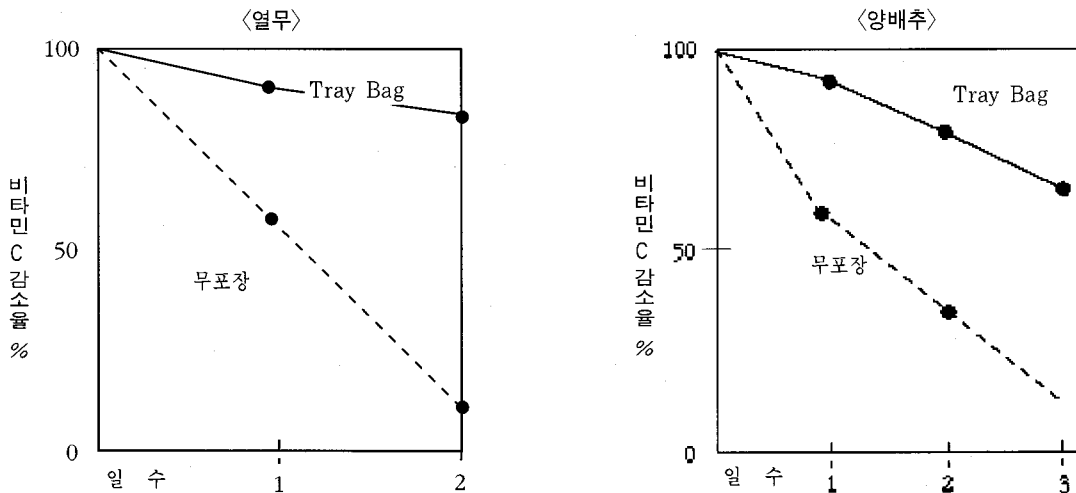
5. Tray의 편의성과 지구환경

지금까지 PSP Tray와 종이 Tray의 비교를 통하여 지구환경의 영향에 관하여 알아 보았고, Tray 생산 동향

에서도 소개한 것처럼 현실적으로 시장에서 이용되고 있는 Tray는 PSP를 비롯한 플라스틱 Tray가 대부분이다. 이것은 플라스틱 Tray의 특성과 기능이 평가를 받고 있기 때문이라고 생각된다. 말하자면 플라스틱 Tray의 편의성이 평가 받고 있다고 말할 수 있는 셈이다. 그래서 만약 플라스틱 Tray가 없다면 어떻게 됐을까. 여기에서 플라스틱 Tray의 편의성과 지구환경이라는 점에서 PSP Tray를 중심으로 생각하여 본다.

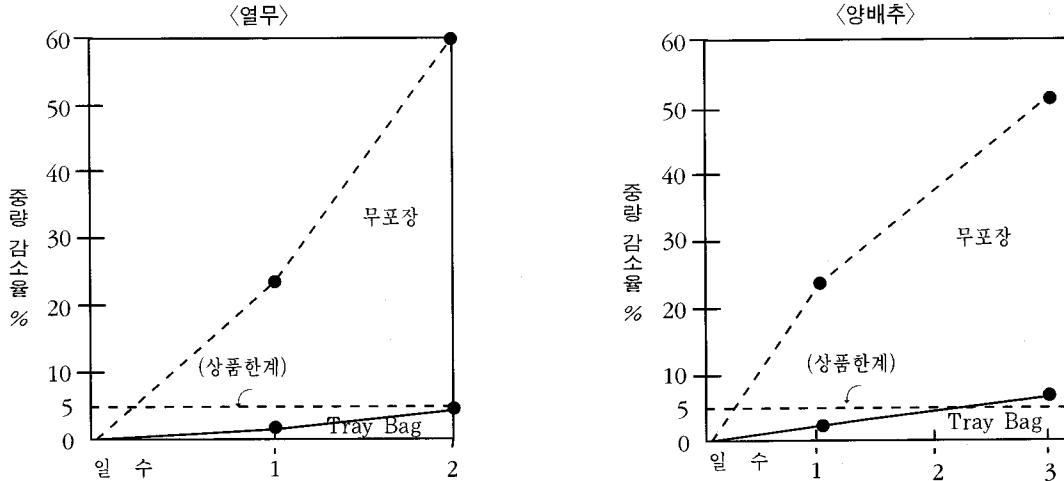
원래 1회용 식품용기라는 제품의 성격상 편의성 추구와 지구환경 보전을 같이 논한다는 것은 약간 무리가 없다고는 할 수 없다. 오히려 지구환경 문제와 편의성 추구의 관계는 한쪽을 구하면 다른 한쪽은 얻을 수 없다는 '역상관' 관계가 있으므로, 여기서는 이러한 전제에 입각하여 플라스틱 Tray와 지구환경 문제에 관하

(그림 5) 비타민 C의 감소율



※ 청과물은 비타민·미네랄의 보고로, 특히 아스코르빈산(비타민 C)을 많이 포함하고 있다. 그러나 아스코르빈산은 불안정한 물질로 수확후 곧 분해·소실이 시작된다. 아스코르빈산에는 환원형과 산화형의 2종류가 있어서 무포장의 경우는 선도가 열화됨과 동시에 아스코르빈산 총량의 감소와 효력이 강한 환원형에서 효력이 약한 산화형으로 변화하여 간다. Tray Bag은 비타민 C 유지라는 점에서 필요한 것이다.

[그림 6] 중량 감소율



* 청파물은 80~95%의 수분을 함유하는 고수분 식품으로 수분은 수확 후부터 증발로 잃어 중량이 감소되고, 주름의 발생·육질의 연화·광택의 소실 등 소위 '시드는 현상'이 눈에 띄게 나타난다. 그래서 중량 감소율이 5%를 넘으면 상품으로서의 가치가 없어진다. 또 전문가의 눈에 의한 육질의 변화·변색 정도 등으로부터 선도가 20이하가 되면 이것도 상품 가치가 없어지고 모두 폐기시켜야 한다. 청파물의 선도를 유지시키기 위하여서는 수분을 증발시키지 않는 필름과 타박·찰파·절손으로부터 보호하기 위한 플라스틱 Tray가 필요하다.

여 검토한다.

우선 PSP Tray의 특성으로써 평가받는 점은 단열성·완충성·선도유지성·경량 등이다. 이 특성들 중에 단열성과 선도유지성은 PSP Tray가 갖고 있는 우수한 특성으로, 특히 이러한 특성에 의하여 식품의 선도 유지와 중량 및 부피 감소를 막는 효과가 있다. 또 PSP를 비롯한 각종 플라스틱 Tray의 등장으로 가공도가 높은 조리식품의 공급이 가능해졌고, 가정에서 조리가 합리화되었다.

([그림 5] [그림 6] 참조)

이러한 효과로써 결과적으로 생쓰레기를 감소시킴과 동시에 식품 소재의 절약이 가능하여 졌다. 게다가 이 특성을 살림으로써 현재 지구 규모로 문제가 되고 있는 개발도상국 등에 있어서 식량 부족의 큰 원인인 식품의 부패를 감소시키는 등 식량의 낭

비를 감소시키는 효과를 기대할 수 있고 안전이나 인명 보호면에서 지구 환경 보호에 유익하다고 할 수 있다.

일상생활 중에서 당연한 일이라도 새삼스럽게 되돌아 보면 지금까지 주의를 끌지 못했던 문제가 보이기 시작하는데 1회용 용기이므로 환경에 부하를 준다든지, 플라스틱 제품이므로 전체적인 지구환경에 부하가 크다든지 속단하는 것은 금물이다.

편의성 추구의 결과로써 발전하여 온 Tray등 1회용 플라스틱 식품용기도 그 기능을 유효하게 활용한다면 지구환경과 조화를 이룰 수 있는 점에서 플라스틱 Tray도 단순한 편의성과 추구만이 아니고 종합적인 의미의 지구환경 보호도 기대할 수 있다. 앞으로 이러한 시점에서 보다 상세한 검토를 할 필요가 있다.

6. 맺음말

위에서 지구환경 문제와 고분자 소재와의 대응에 관하여 1회용 플라스틱 식품 용기라고 하는 시점에서 PSP Tray를 중심으로 검토하였고, 지구환경 보호와 일상생활에 있어서 플라스틱 Tray가 가지고 있는 편의성이 역상관의 관계인 점을 볼 때 PSP Tray를 비롯한 플라스틱 Tray가 반드시 지구환경에 부하를 주는 것은 아니라는 것을 이해할 수 있었다.

그러나 보다 우수한 소재의 개발과 실용화를 거쳐서 고분자 소재가 지구 환경 보호에 유익하다는 확신을 주는 것이 중요하며, 앞으로 이를 위한 노력을 거듭해 나가야 할 것이다.