

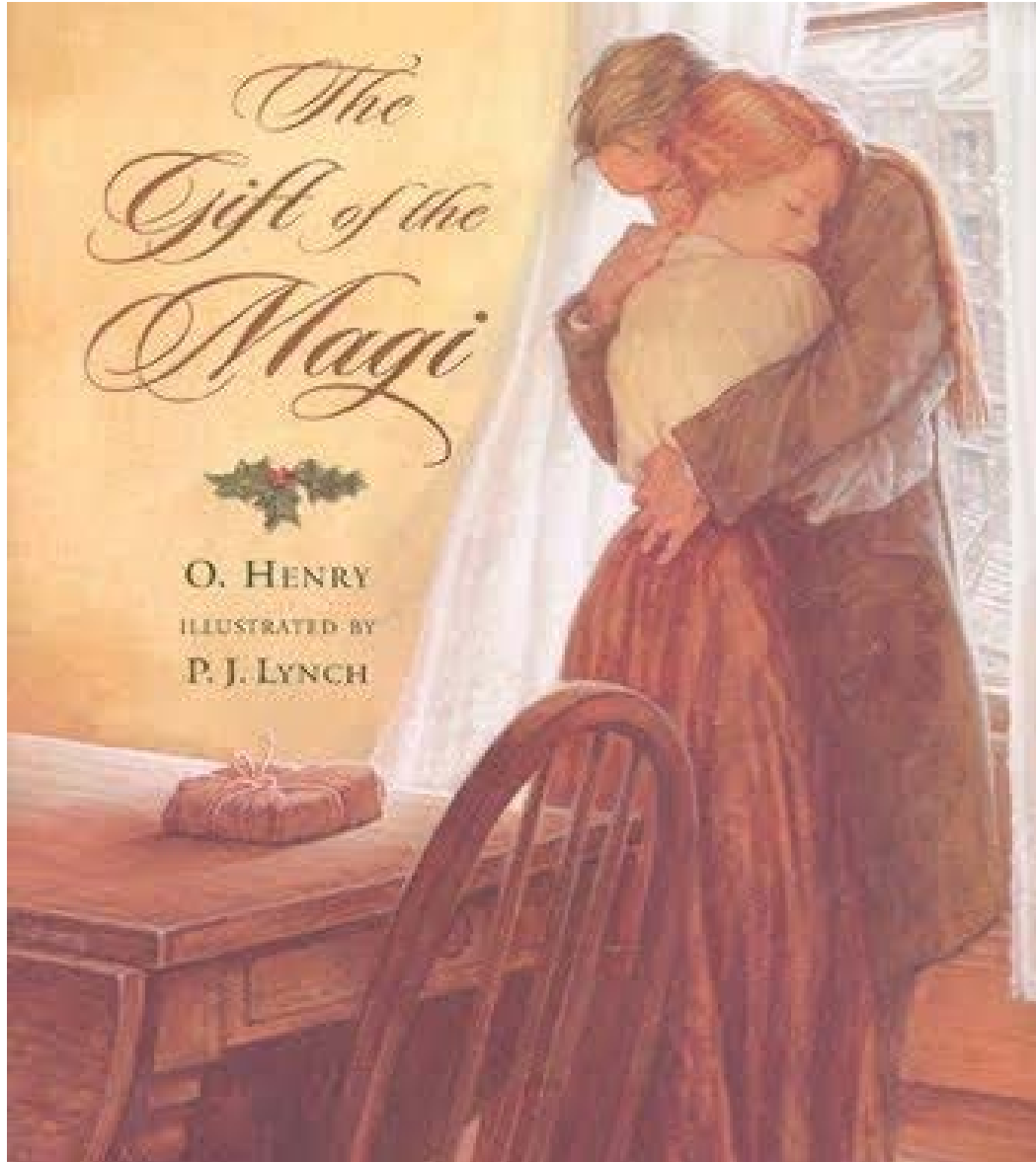
# 석유화학산업과 플라스틱의 지속가능한 미래

서진원

2017.6.18



# 물건 하나하나가 귀하던 시절 이야기



1906년 오 헨리의 단편 소설  
「크리스마스 선물」

가장 소중한 물건을 포기하고  
이타적인 사랑을 표현

자원의 희소함이 만든 애절한 사연

# 천연자원의 제약을 벗어나고 싶은 인간의 욕망



1800년대 후반, 미국 상류층 사이에서 당구 열풍

·  
코끼리 상아 품귀현상

·  
그리고 \$1만 상금

# 신이 세상을 창조할 때 빼놓은 4번째 소재, 플라스틱



1912년 베이클라이트 당구공 출시



# 값싸고 풍부한 플라스틱으로 소비의 평등을 실현하다



Karim Rashid(1960~)  
세계 3대 산업디자이너

“현대 디자인은 평등주의적 관점을 지향한다.”

“좋은 디자인은 비용이 많이 들 필요가 없어야 하고,  
가장 평범한 일상의 물건도 아름다울 수 있어야 한다.”

“가장 좋은 것을, 가장 많이, 가장 적은 비용으로,  
가장 많은 이에게 가져다 주자.”

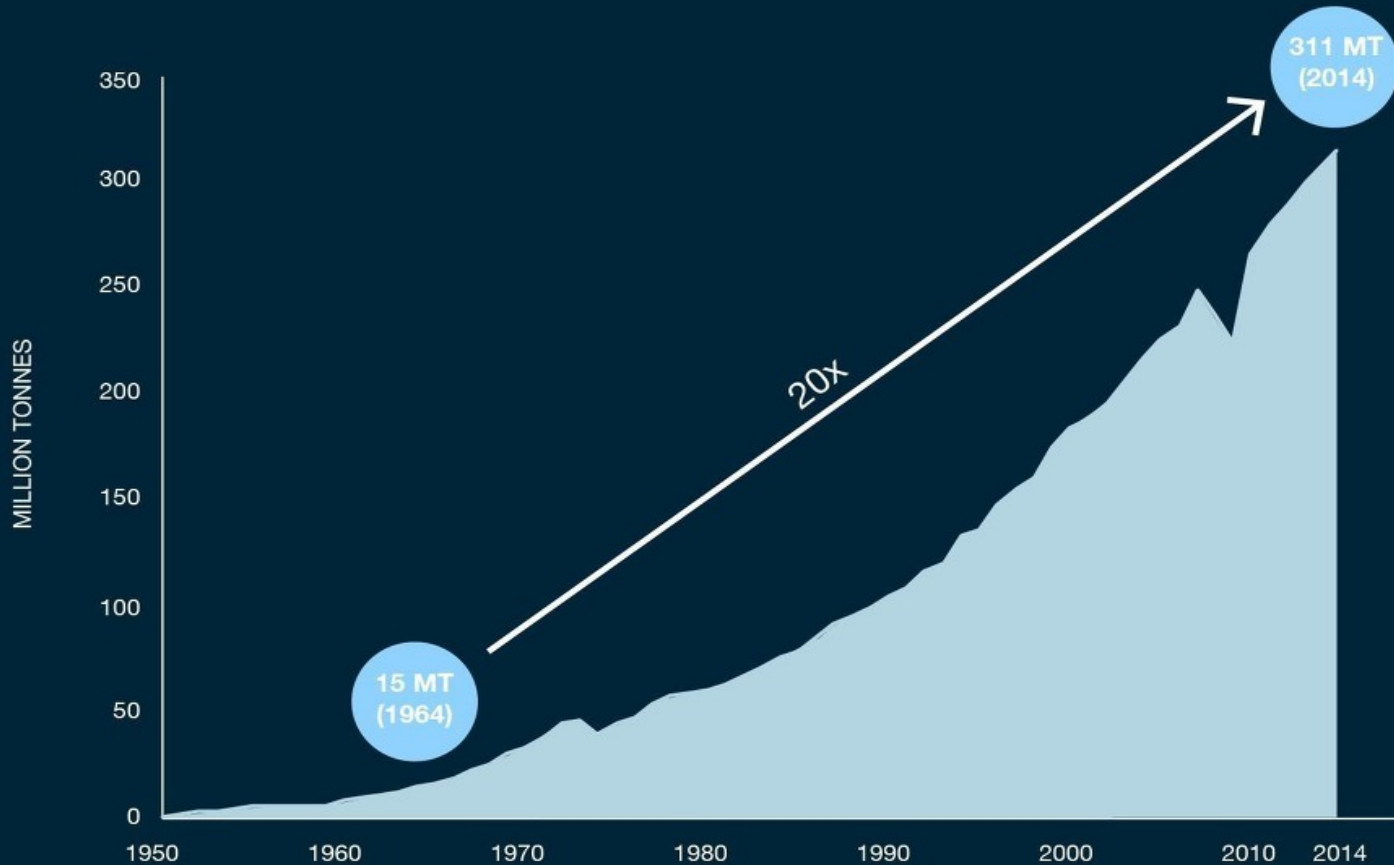
“아름답고 민주적인 디자인을 만드는 데는  
플라스틱이 최고의 물질이다.”

# 지금은 플라스틱 시대



# 물질적 풍요가 당연한 시대를 살게 되다

## PLASTICS PRODUCTION INCREASED TWENTY-FOLD OVER THE LAST 50 YEARS



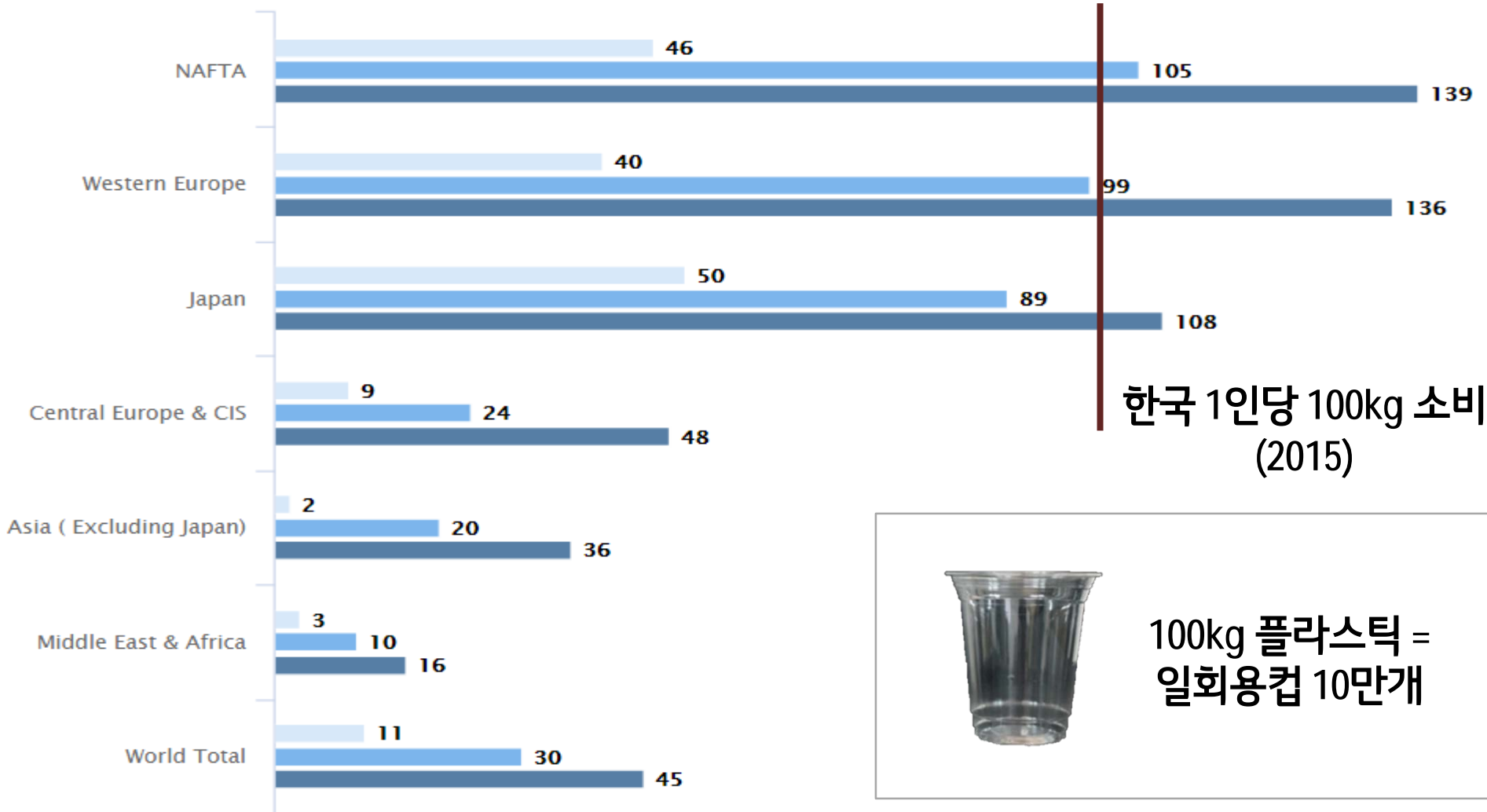
WORLD ECONOMIC FORUM, ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, MCKINSEY & COMPANY,  
A NEW PLASTICS ECONOMY: RETHINKING THE FUTURE OF PLASTICS (2016)  
WWW.WEFORUM.ORG/REPORTS

NOTE: Production from virgin petroleum-based feedstock only (does not include bio-based, greenhouse gas-based or recycled feedstock)  
SOURCE: PlasticsEurope, Plastics – the Facts 2013 (2013); PlasticsEurope, Plastics – the Facts 2015 (2015).

# 1인당 연간 100kg 이상 플라스틱 사용 중

Global Consumption of Plastic Material By Region (In kg/person)

( 1980 - 2015 )



한국 1인당 100kg 소비  
(2015)



100kg 플라스틱 =  
일회용컵 10만개

● 1980 ● 2005 ● 2015



# 물질적 풍요에 취해 외면하는 문제들

1. 쓰고 버리는 소비와 쓰레기 매립 문제



2. 소화되지 않는 물질과 생태계 파괴



3. 환경호르몬과 인체 유해성



4. 화석연료 소비와 기후변화



생산된 플라스틱의 76%가 매립된다.  
우리는 플라스틱이 완전히 분해되기까지  
500년 이상을 기다려야 한다.  
(미국환경청, 2014)



연간 800만톤의 쓰레기가 해양으로 유입된다.  
이 쓰레기들은 우리나라의 7배가 넘는 면적의  
쓰레기 섬을 만들고 있다.  
(NCEAS, 2015)




매년 바다 동물 10만 마리와  
수백만 마리의 새와 물고기가  
플라스틱 쓰레기로 목숨을 잃고 있다.  
(NOAA, 2006)





최소한 267개 종의 동물이  
플라스틱을 먹이로 착각해 섭취하고 있다.  
(Worldwatch Institute)



플라스틱에서 발생하는 환경호르몬이  
아이들의 **성조숙증**을 유발하는 것으로 보인다.  
(대만 청쿵대 리원장 교수, 2015)



환경호르몬이 자가면역질환 관련 수용체에 영향을 미치면서 **아토피 피부염**을 유발한다.  
(한림대 박천욱&김혜원 교수, 2015)

현재 원유 소비량 중 플라스틱 생산이 차지하는 비중은 6%에 불과하지만, 2050년이 되면 20%까지 증가할 것으로 예상된다.  
(*Europe Plastics, 2017*)





석유화학산업이 배출하는 온실가스 비중은  
현재 1%에서 2050년 15%로 증가할 것이다.  
(*Europe Plastics, 2017*)

FOR A  
CLIMATE  
OF PEACE

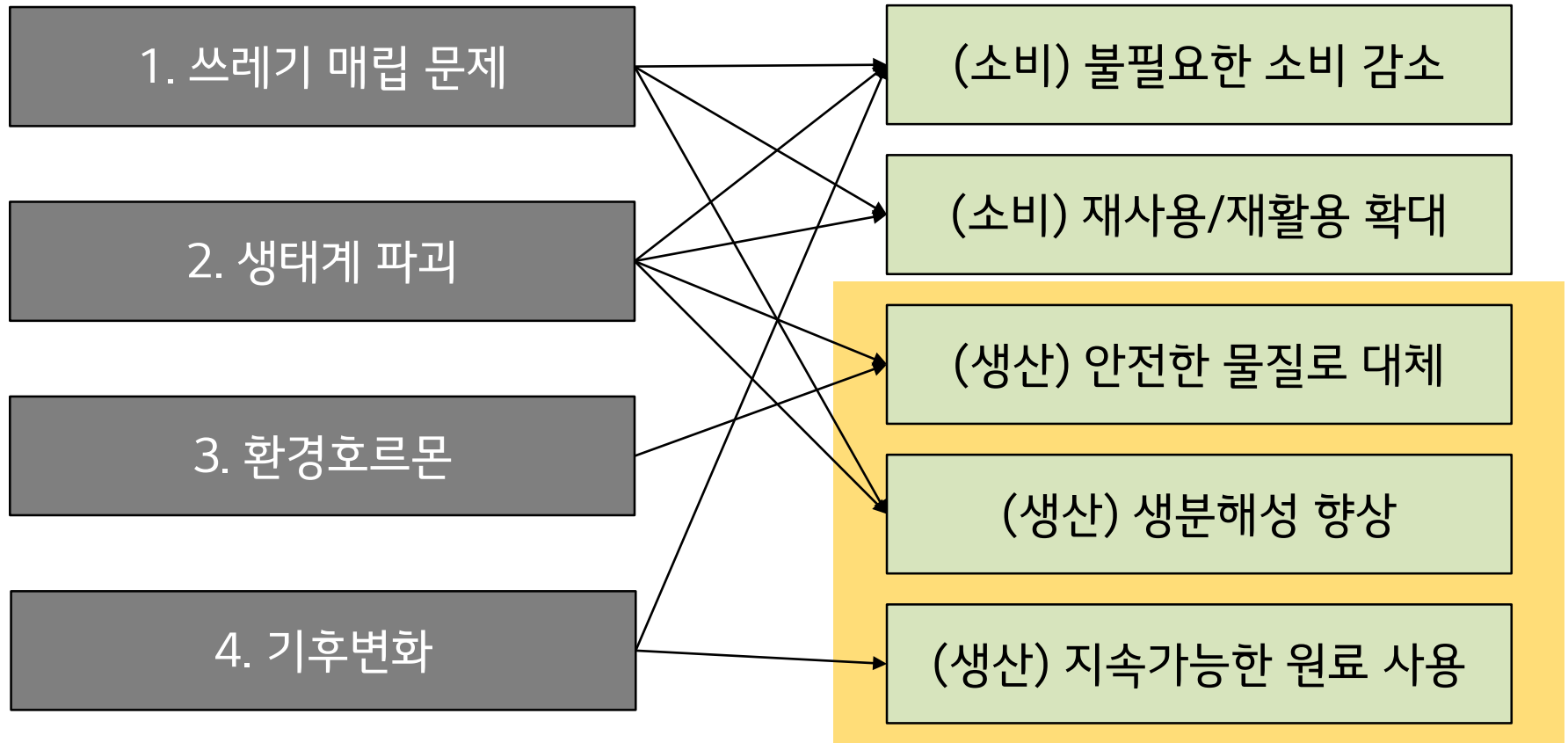
STOP  
CO<sub>2</sub> COLONIALISM



# 지속가능한 플라스틱 소비를 위한 기업의 역할은?

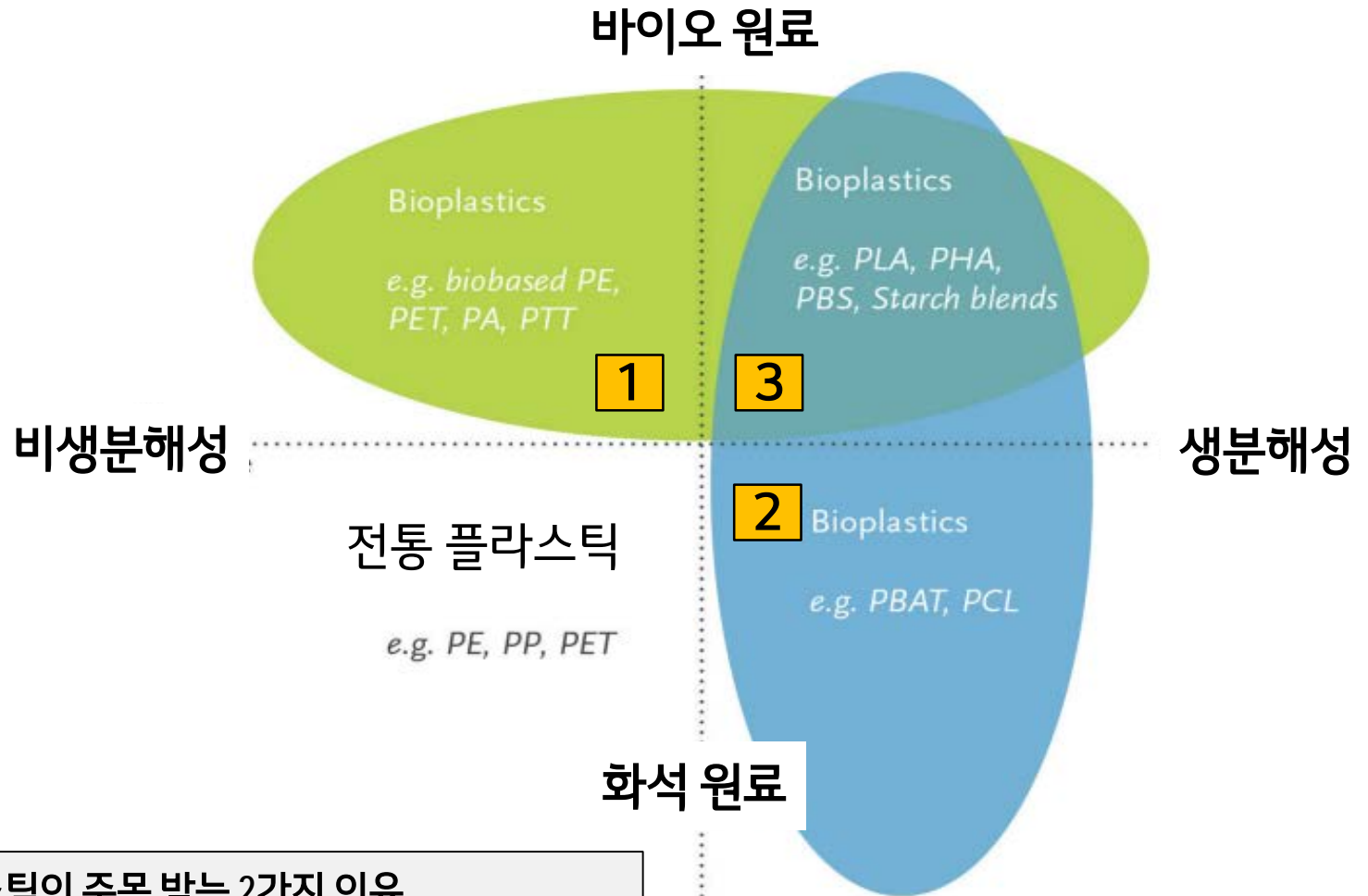
## 플라스틱 관련 문제

## 해결 방안



☞ 기업은 주어진 환경 변화에 적응하며 수익을 창출하는 조직  
... 수익을 창출할 수 있다고 판단될 때 기업은 움직인다.

# 바이오플라스틱이란?



<참고> 바이오 플라스틱이 주목 받는 2가지 이유

1. 화석 자원 소비 절감 (기후변화 대응, 원료 가격 안정성)
2. 플라스틱 폐기물 환경 오염 측면 (매립지 문제, 생태계 교란)

# 바이오 플라스틱 시장 규모

중단기적으로 강성 패키징(PET), 소비재/자동차/건자재(PUR) 용도를 중심으로 바이오 플라스틱 도입이 확대될 전망

제품별 규모 전망

(단위:천톤/yr)	2016		2021		CAGR
	생산Capa	비중	생산Capa	비중	
전체	4,156	100%	6,110	100%	8.0%
1. Bio-based & nondegradable	3,196	77%	4,851	79%	8.7%
PUR*	1,712	41%	2,401	39%	7.0%
PET*	948	23%	1,723	28%	12.7%
PA	145	4%	269	4%	13.0%
PE	199	5%	202	3%	0.2%
PEF**	0	0%	67	1%	-
Other	191	5%	189	3%	-0.2%
2. Fossil-based & degradable	104	3%	104	2%	0.0%
PBAT	104	3%	104	2%	0.0%
3. Bio-based & degradable	856	21%	1,155	19%	6.2%
PLA	212	5%	324	5%	8.8%
PHAs**	66	2%	251	4%	30.4%
PBS	116	3%	116	2%	-0.1%
Starch blends	428	10%	434	7%	0.2%
Other	33	1%	31	1%	-1.7%

용도별 규모 전망

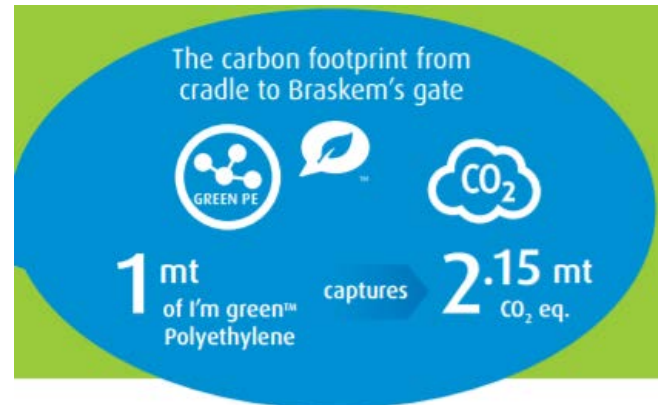
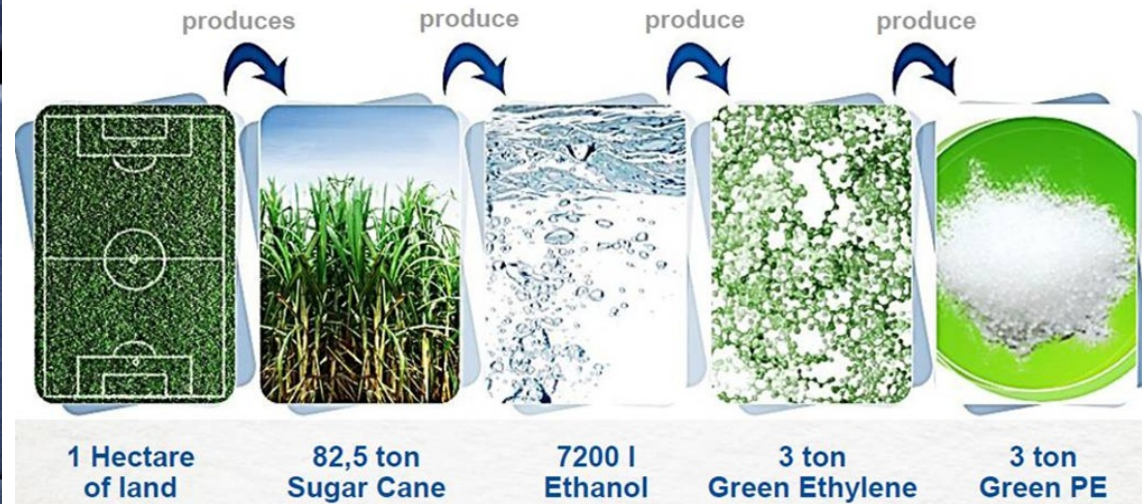
(단위:천톤/yr)	2016		2021		CAGR
	생산Capa	비중	생산Capa	비중	
전체 (주요 제품)	4,156	100%	6,110	100%	8.0%
패키징(강성) (PET, PLA)	1,067	26%	1,876	31%	12.0%
소비재 (PUR)	904	22%	1,271	21%	7.0%
자동차 (PUR, PA, PE)	567	14%	819	13%	7.7%
건자재 (PUR, PA)	566	14%	807	13%	7.4%
패키징(연성) (Starch blends)	551	13%	666	11%	3.8%
의류	233	6%	299	5%	5.2%
농업	117	3%	122	2%	1.0%
전기전자	27	1%	55	1%	14.9%
기타	124	3%	196	3%	9.4%

\* 시장 규모가 크고 성장률이 양호한 제품 ; \*\* 장기적으로 성장 가능성이 높은 제품

☞ 바이오플라스틱 생산량은 전체 플라스틱 생산량의 약 1%로 추정

# Braskem의 바이오폴리에틸렌 생산

브라질의 대표 석유화학기업인 Braskem은 2010년부터 사탕수수를 이용해 바이오폴리에틸렌을 생산하기 시작하였음. 1톤 생산 시 이산화탄소 2톤 절감.



# 코카콜라의 바이오-PET병 도입

2009년부터 Plantbottle 프로젝트 시작. 현재는 PET병의 30% 원료를 바이오플라스틱을 활용하고 있음. 500억개의 바이오-PET병 유통. 2020년까지 100% 바이오플라스틱 목표



# BASF의 생분해성 플라스틱, Ecovio

세계적으로 연간 1조개의 일회용 비닐봉지가 사용 중. BASF에서 2011년부터 화석원료 기반 제품이나 자연적으로 생분해되는 제품을 출시



# Skipping Rocks Lab, 먹을 수 있는 물병 출시

런던의 스타트업인 Skipping Rocks Lab에서 해조류로 만든 물병을 개발. 흔적을 남기지 않는 포장용기를 만들기 위해 다양한 제품을 개발 중





# Ecovative, 버섯균을 이용한 포장용기 생산

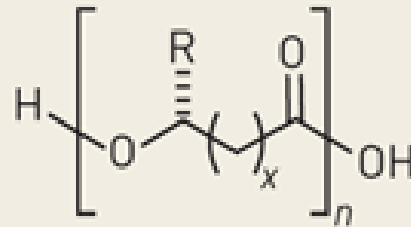
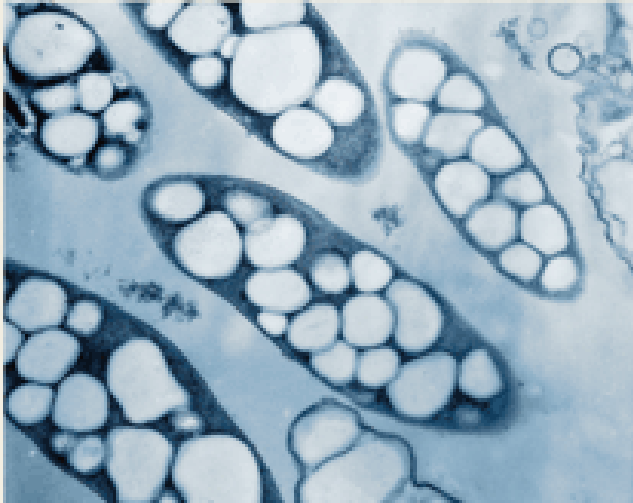
기존 합판 혹은 포장용기 제작에는 유해성분이 포함된 접착용 플라스틱을 사용.  
Ecovative는 폐목재와 버섯균을 이용해 포장용기를 생산하고 있음



# Metabolix, 플라스틱을 생산하는 박테리아 개발

플라스틱 원료로 활용 가능한 물질을 체내에서 합성하는 박테리아를 활용하여 바이오플라스틱 상업생산 중. 플라스틱 생산이 화학공학에서 생물공학으로 전환 중.

METABOLIX PHOTO



R = H, alkyl groups  
x = 1-3

**BIOPLASTICS** Metabolix takes advantage of bacteria that naturally make polymers (white spheres) and metabolically engineers them to produce biodegradable polyhydroxyalkanoate polymers and copolymers from plant sugars or plant oils.



# 대기 중 이산화탄소로 바이오플라스틱을 생산

대기 중 이산화탄소에서 바이오연료를 생산하는 기술은 연구실 차원에서 개발되었음. 최근 대량상업생산을 하기 위한 안정적이고 반응이 빠른 촉매를 찾는 연구가 활발히 진행 중.



Volume 94 Issue 13 | p. 7 | News of The Week  
Issue Date: March 28, 2016 | Web Date: March 25, 2016

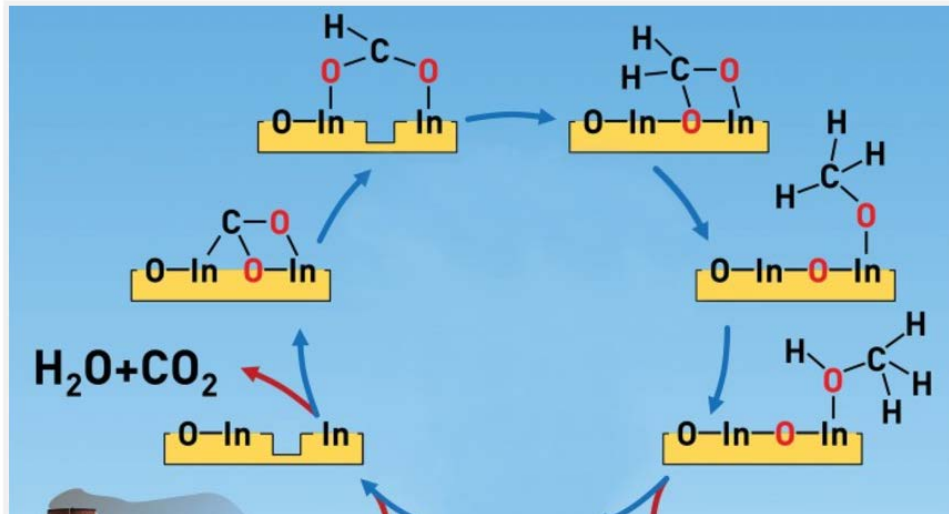
13 10



## Carbon dioxide hydrogenated to methanol on large scale

Supported indium oxide catalyst could boost lab-scale process to an industrial level

By *Stu Borman*



# 이미 상당수 기업들이 지속가능한 미래를 준비하고 있음

## 비생분해성 바이오 원료 플라스틱 생산 기업 분포

	제품 ('16년 Capa 비중)	기초&중간재 (바이오 원료)	폴리머
최대 시장 규모	Polyurethane PUR (41.2%)	Polyols + Isocyanates 	
고성장 예상	Polyethylene terephthalate PET/PEF (22.8%)	Ethylene glycol + Terephthalic acid 	
	Polyethylene PE (4.8%)	Ethylene (브라질 중심) 	
	Polyamide PA (3.8%)	Hexamethylenediamine + Adipic Acid 	
	기타 (4.6%)	isosorbide 	PC  ABS 

## 생분해성 플라스틱 기업 분포

**제품**  
( '16년 Capa 비중)

기초&중간재

폴리머

고성장  
예상

Polylactic Acid  
**PLA**  
(5.1%)  
바이오원료 기반

Lactide  
CJ NatureWorks  
Corbion

NatureWorks LOTTE CHEMICAL BASF  
Corbion EVONIK TORAY  
SHOWA DENKO DURECT danimer scientific  
CARBIOIJCE

Polybutyl Succinate  
**PBS**  
(2.8%)  
바이오원료 기반

Butanediol + Succinic acid  
Succinity reverdia  
bioamber Myriant

TUNHE SHOWA DENKO  
MITSUBISHI CHEMICAL

Polyhydroxy alkanoates  
**PHAs**  
(1.6%)  
바이오원료 기반

박테리아를 통한 발효 과정에서 생성 (PP와 특성이 비슷)

GREEN BIO bio-on danimer scientific  
TianAn Biopolymer Yield10 KANEKA CORPORATION  
BIOSCIENCE

Polybutyrate adipate terephthalate  
**PBAT**  
(2.5%)  
화석연료 기반

MITSUBISHI CHEMICAL verdezyne  
NOVAMONT ALGIX®  
Adipic acid + 1,4BDO + Dimethyl terephthalate

BASF 金晖兆隆 JINHUI ZHAOLONG  
(주) 이레화학 NOVAMONT

<참고>  
Acrylate

EVONIK ETERNAL DBC BONDING PARTNERSHIP  
allnex ARKEMA

# 지속가능한 사회를 만들기 위한 우리의 역할

지속가능한 사회를 구현해야 한다는 방향성에 대해 기업들도 공감하고 있음

다만, 기업이 지속가능성을 추구하면서 수익을 창출할 수 있는 환경을 조성해 줄 필요

정부의 플라스틱 사용 규제, 연구개발 지원과 함께, 소비자의 행동이 변화하고,

기업이 현실적인 문제 해결 방법을 제시하는 선순환의 과정을 만드는 과정이 필요