

생활계 폐플라스틱 물질 재활용 제품의 품질안정화를 위한 기초 요인 검토

Basic Factors for Quality Stability of Material Recycling Product Using Plastic Waste from Households

강석표^{1*} · 강혜주² · 신성철³ · 김영식⁴ · 이후석⁵

Suk-Pyo Kang^{1*} · Hye-Ju Kang² · Sung-Chul Shin³ · Young-Sik Kim⁴ · Hoo-Seok Lee⁵

(Received October 6, 2020 / Revised October 27, 2020 / Accepted October 28, 2020)

In this paper, we tried to examine the composition ratio of plastic waste from households according to the generated city and the qualities according to the production time of material recycling products. As a result, the composition ratio of recyclable plastic waste among the total plastic waste according to the generated cities is 64.5 ~ 90.4%, showing a big difference by city. In addition, the quality evaluation of material recycling products by production time for four months showed that the average tensile strength was 12.33MPa, the average elongation rate was 5.94%, the average density was 1.35g/cm³ and the average ash content was 3.66%.

키워드 : 생활계 폐플라스틱, 물질재활용, 품질, 안정성, 생산시기

Keywords : Plastic waste from households, Material recycling, Quality, Stability, Production time

1. 서론

전 세계적으로 자원의 채취에서 폐기로 이어지는 선형 경제구조를 순환경제(circular economy)로 전환하는 정책이 추진되어지고 있다. 순환경제는 한정된 천연자원을 적게 사용하면서 지속가능한 성장을 이루고 환경 영향을 최소화하는 것을 목표로, 폐기물을 매립·소각 대신 재활용을 통해 경제에 환류하는 것을 의미하고 있다(Jang et al, 2020).

우리나라의 경우에도 2010년 이후로 국내 플라스틱 폐기물의 발생량이 꾸준히 증가하여, 2016년에는 발생량이 710만톤에 다다랐으며, 이중 가정이나 사업장에서 배출되는 생활계 폐기물이 약 260만톤으로 무려 40% 가까이 된다(Choi et al, 2018). 이러한 엄청난 폐플라스틱 양은 최근 폐기물 대란이나 쓰레기산 혹은 폐기물 불법매립 등 많은 문제와 밀접한 연관이 있다. 결국 이러한 문제

는 근본적으로 우리나라의 1인당 플라스틱/비닐의 생산 및 사용이 워낙 많은데다 최근의 국제정세도 이러한 폐플라스틱 문제를 악화시키는 데 기여하였다. 즉, 최근까지 우리나라는 중국 등 다른 개도국에 재활용 가능한 폐기물(플라스틱 등) 상당량을 수출하였는데 중국이 자국의 환경문제를 이유로 폐기물 수입을 거부하여 수출 못한 폐플라스틱이 국내에 그냥 적치되기 시작했다. 이러한 폐기물 중 일회용품 플라스틱이나 비닐 등이 상당부분을 차지하고 있다.

폐플라스틱을 재활용하는 방법으로는 일반적으로 물리적 선별 및 처리를 통한 물질회수, 연료화, 그리고 열이나 화학반응을 통한 유화환원이 있다. 일반적으로 폐플라스틱 재활용에서 가장 중요한 것은 재활용 공정에 투입할 폐플라스틱 재질 성상의 균일성 등이 매우 중요하다. 우선, 간단한 물리적 처리를 거쳐 재이용이 가능한 폐플라스틱을 선별하여 원형 혹은 압축된 상태로 재활용하고 나머

* Corresponding author E-mail: ksp0404@woosuk.ac.kr

¹우석대학교 건축학과 교수 (Department of Architecture, Woosuk University, Chungcheongbuk-do, 27841, Korea)

²우석대학교 건설공학과 박사과정 (Department of Construction Engineering, Woosuk University, Chungcheongbuk-do, 27841, Korea)

³주)에스알산업 이사 (ESR Industrial Co., Ltd., Chungcheongbuk-do, 27479, Korea)

⁴한국재생활플라스틱제조업협동조합 팀장 (Korea Recycle Plastic Manufacturing Cooperative, Seoul, 07236, Korea)

⁵(재)한국건설생활환경시험연구원 충청사업본부 대전충남지원 지원장 (Korea Conformity Laboratories, Chungcheong Division, Daejeon & Chungnam Branch, Head of Branch, Daejeon, 34113, Korea)

지 폐플라스틱 중 일부는 보다 복잡한 물리적 처리(분쇄, 세척 및 열 용융 등)를 거쳐 일정한 형태 및 크기의 고품질연료로 재활용된다. 그리고 이보다 질이 낮은 폐플라스틱은 소각하여 열회수하거나 매립한다(Ko et al, 2018).

2006년부터 2017년까지 11년 동안 국내 폐플라스틱의 총 발생량은 467만 톤에서 768만 톤으로 64.5% 증가했다. 매립, 소각 재활용의 폐기물 처리방법별로 살펴보면, 우선 매립의 경우 매립으로 처리되는 전체 폐기물량은 103만 톤(2006년)에서 37만 톤(2017년)으로 65% 감소하였으나, 각 기준년도별 생산량 대비 비율로 보았을 때는 22.4%(2006년)에서 4.8%(2017년)로 17.8% 감소한 결과를 나타냈다. 소각의 경우는 소각처리폐기물량은 45% 증가하였고, 생산량대비 비율은 39.9%(2006년)에서 34.6%(2017년)로 소폭 감소하였다. 재활용은 매립과 소각으로 처리되는 비율이 감소한 만큼 재활용처리비율이 19.1% 상승하였다. 특히 2006년 8만 톤 정도로 이용되던 고품질연료(RDF)가 236만 톤(SRF)로 증가하면서 에너지회수량 증가가 요인으로 추정된다. 물질재활용의 경우는 2천 톤의 차이를 보여 11년간 동결된 양상을 보였다(Lee 2019).

이처럼 물질 재활용이 확대되지 못하는 원인으로서 국내 폐플라스틱 재활용 기술 및 사업 측면에서의 연구(Ko et al, 2018)에서는 국내 포장폐기물 재질별 재활용공정 문제점을 분석하였다. 영세한 재활용업체가 단계적으로 지나치게 세분화된 업역을 담당하고 있기 때문에 재활용이 용이한 품목만 선별적으로 재활용하고 있기 때문에 지적하고 있다.

특히 생활계 폐플라스틱의 대부분을 차지하고 있는 포장 용도는 2019년 2,7백만톤을 생산하여 국내 플라스틱 용도 중 가장 많은 46.5% 비중을 차지하고 있다(Jang et al, 2020). 포장용 플라스틱은 고밀도 폴리에틸렌(HDPE), 저밀도 폴리에틸렌(LDPE), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리프로필렌(PP), 폴리스틸렌(PS), 폴리염화비닐(PVC)과 같은 다양한 재질들이 병, 컵, 용기, 버블포장, 필름 등 다양한 제품에 적용되고 있다. 이러한 다양한 복합재질 생활계 폐플라스틱의 물질재활용 확대를 위해서는 물질 재활용 제품의 용도개발 및 이들의 품질 안정성 확보 노력이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 생활계 폐플라스틱 물질재활용 제품의 품질에 대한 안정성을 확보하기 위한 기초 연구로서 발생지역에 따른 생활계 폐플라스틱의 혼입율 특성 및 이를 활용한 물질재활용 제품의 생산시기에 따른 품질특성을 비교 검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 논문에서는 생활계 폐플라스틱 물질재활용 제품의 품질에 대한 안정성을 검토하기 위한 기초연구로서 Table 1과 같이 실험을 계획하였다. 첫 번째로 원료물질인 생활계 폐플라스틱의 품질 변동성을 파악하고자 발생지역별 생활계 폐플라스틱의 혼입율 변화를 검토하였다. 발생지역으로는 충북 청주시, 충북 충주시, 충남 서산시, 서울특별시 강북구, 강원도 춘천시로 총 6개 지역에서 반입되는 생활계 폐플라스틱을 대상으로 하였다. 두번째는 생활계 폐플라스틱 재활용 제품의 품질변동성을 파악하고자 생산시기별 재활용 제품의 품질특성을 검토하였다. 폐플라스틱 재활용 제품의 생산시기는 2020년도 2월, 3월, 4월, 5월, 6월에 각각 총 4회 생산하여 물성평가를 수행하였다.

Table 1. Experimental plan

Composition of mixed plastic waste from households [TEST 1]	City (6)	Cheongju-si, Chungju-si, Seosan-si, Gwangju-si, Gangbuk-gu, Chuncheon-si
	Test item	Composition of plastic waste from households
	Number of tests	30
Quality of recycled products by production time [TEST 2]	Time (4)	February, March, April, May 2020
	Test item	Tensile strength, Elongation, Density, Ash content
	Number of tests	12(per test item)

2.2 적용 물질재활용 공정

생산시기에 따른 생활계 폐플라스틱 재활용 제품의 특성을 검토하기 위하여 충북 소재 E사의 재활용 공정을 적용하였다. 생활계 폐플라스틱의 일반적인 물질 재활용 공정은 Fig. 10에 나타낸 바와 같이 선별 압축품 생산공정, 고품질연료(Solid Refuse Fuel, SRF) 생산공정, 재활용 펠릿(Pellet) 생산공정, 재활용 제품 생산공정으로 구분할 수 있다. 국내의 경우 재활용 업체가 영세하여 각 단계별 별도의 사업장에서 생산되어 운반되는 경우가 대부분이지만 본 논문에서 적용한 충북 소재 E사의 경우 모든 공정이 한 사업장에서 이루어지고 있어 데이터의 신뢰성을 높일 수 있었다.

2.2.1 선별 압축품 생산과정

혼합된 생활계 폐플라스틱을 50cm이하로 파.분쇄하며 철류, 회분 등의 이물질 제거한다. 생활계 복합재질 폐플라스틱 원형을 멀티파분쇄기에 투입하여 2축 기계식 파분쇄기에서 50~100cm로 파쇄한 후, 1축 함마분쇄기로 50cm 이하로 분쇄하고 동시에 이물질인 유리류, 수분, 회분 등을 제거 후 전자력선별(7.5HP 기를 이용하여 철류 이물질을 제거한다.

전처리 공정을 거친 복합재질 폐플라스틱(50cm이하)을 유압방식(100마력)으로 1,200x1,000x2,000mm 사이즈화 하며 선별압축품을 생산한다.

2.2.2 고행연료(SRF) 생산과정

선별 압축품을 10cm이하로 파.분쇄 및 철류, 회분, 비철 등 기타 이물질을 제거한다. 선별 압축품을 2축 유압파쇄기(150HP)에 투입하여 1차 파쇄하고 전자력선별기(7.5HP) 및 롤자력선별기(3HP)를 통하여 철 등의 이물질을 제거한 후 1축 로터리방식 분쇄기(300HP)를 이용하여 10cm 이하로 조분쇄한다. 이후 풍력선별기(50HP)를 이용하여 비철금속류, 유리류, 기타 이물질을 비중 선별하고 정량공급기(26.5HP)에 저장함. 정량공급시 H형 자력선별기(7HP)를 통하여 다시한번 미세금속을 제거한다. 전처리 공정을 거친 복합재질 폐플라스틱(10cm이하)는 성형기(300HP)의 1축 스크류(이송)-2축 스크류(수직이송)-3차 로터리스크류(압축이송)로 이송되어 회전다이로 압축하며 고정다이(66ea, 온도 약 170~200℃)로 압축성형(직경 5cm, 길이 10cm 이하의 원기둥모양)한다.

2.2.3 재활용 펠릿(Pellet) 생산과정

정량공급기(17.5HP)에 저장된 고행연료를 호퍼에 정량 투입하여 압출용용기(250HP)의 압출기에서 1차 용융(온도 250~300℃, 분당 15회 ~ 30분~40분)한다. 이후 성형다이에서 2차 용융(150~200℃)을 거쳐 겔 상태의 중간재를 냉각(3HP, 수냉식고압사워), 커팅(5HP), 롤링압착(15HP, 가스제거)을 동시에 진행 한 후 파쇄기(35HP)를 거쳐 재생펠릿(20mm이하로 비정형화된 모양)을 생산한다.

2.2.4 재활용 제품 생산과정

재활용 복합재 펠릿을 용융압출기에 투입하여 겔 상태의 중간재를 프레스기의 금형에 이송하여 고압력 압사출방식으로 제품을 생산한다. 본 논문에서 적용한 물질재활용 제품은 목재대체품인 인삼주대를 생산하였다.

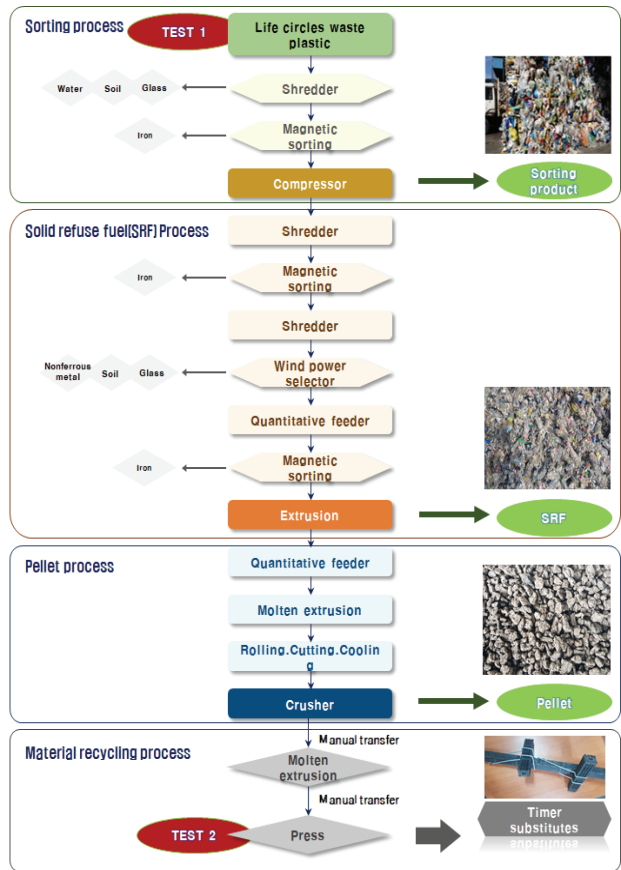


Fig. 1. Material recycling process of plastic waste

2.3 실험방법

2.3.1 발생지역별 생활계 폐플라스틱의 구성비 [TEST 1]

생활계 폐플라스틱 물질재활용 제품의 품질에 대한 안정성을 확보하기 위해서는 원료로서 사용하는 생활계 폐플라스틱의 지역별 혼입률 변화를 우선적으로 검토하고자 하였다. 본 논문에서 적용한 충북 충주소재 E사업장에 2020년 6월 중 반입되는 생활계 폐합성수지 대상으로 하였다. 충북 청주시, 충북 충주시, 충남 서산시, 경기도 광주시, 서울특별시 강북구, 강원 춘천시의 총 6개 지역에서 발생하는 생활계 폐플라스틱을 샘플로 채취하였다. 사업장 반입시 1,000×1,000×2,000mm 단위로 묶여서 들어온 생활계 폐플라스틱을 5.0kg씩 총 5회 샘플로 채취하였다. 각 지역별 각각 5개의 샘플을 재활용 가능 폐플라스틱, 금속류(철, 비철금속류 등), 수분, 기타(종이, 고무, 우레탄 등)로 구분하여 인력선별한 후 중량을 측정하였다. 샘플을 분류한 사례를 Fig. 2에 나타내었다.



Fig. 2. Sorting of plastic waste

2.3.2 생산시기별 물질재활용 제품의 품질 [TEST 2]

생활계 폐플라스틱 물질재활용 제품의 품질에 대한 안정성확보를 위해서 최종 물질 재활용 제품의 시기별 품질특성을 검토하였다. 본 논문에 적용한 충북 충주소재 E사업장의 물질재활용 공정에 의하여 생산된 목재 대체품인 인삼지주대를 대상으로 하였다. 생산 시기는 2020년 2월, 3월, 4월, 5월에 생산된 제품에서 시험용 샘플을 제작하였으며 품질항목으로서 인장강도, 신율, 밀도, 회분을 각 생산 시기별 3회 측정하였다. 인장강도 및 신율을 측정할 샘플을 이용하여 밀도 및 회분을 측정하였다.

(1) 인장강도 및 신율

인장강도 시험편은 생활계 폐플라스틱 물질재활용 제품인 지붕재에서 KS M ISO 527-2:2012(플라스틱-인장성의 측정-제2부:성형 및 압출 플라스틱의 시험조건)에서 규정하고 있는 아령 형태의 1A형으로 기계 가공하여 제작하였다. 인장강도 측정시 시험속도는 5mm/min.이고 그림간 표점거리는 115mm로 하였다. 연신율은 인장시험 후 식 1에 의하여 계산하였다. 인장강도 시험을 Fig. 3에 나타내었다.

$$\text{연신율(\%)} = (L_x - L_0) / L_0 \times 100$$

L_0 = 시험 전 표점거리(Gauge Length)

L_x = 시험 후 늘어난 표점거리



Fig. 3. Test of tensile strength

(2) 밀도

밀도 시험은 인장강도 측정 후 시험편을 활용하여 측정하였다. 시험방법은 ASTM D 792에 준하여 실시하였다.

(3) 회분

회분 시험은 인장강도 측정 후 시험편을 활용하여 측정하였다. 시험방법은 시료를 600°C에서 3시간 강열 후 시료의 전/후 중량을 측정하여 산출하였다.

Table 2. Composition of plastic waste from households

		Composition(%)			
		Recyclable plastics	Moisture	Metallic materials	Other alien substances
Cheongju-si	1	70.06	15.42	8.92	5.60
	2	69.74	16.82	8.44	5.00
	3	71.53	14.13	8.43	5.91
	4	72.61	14.88	8.00	4.51
	5	64.53	17.99	9.38	8.10
	Aver.	69.70	15.84	8.63	5.82
Chungju-si	1	74.87	13.00	7.24	4.89
	2	75.32	12.83	6.62	5.23
	3	74.47	13.45	7.21	4.87
	4	73.11	13.54	8.53	4.82
	5	74.84	13.41	6.93	4.82
	Aver.	74.52	13.24	7.30	4.93
Seosan-si	1	82.86	4.91	7.34	4.89
	2	83.22	4.72	7.28	4.78
	3	82.96	4.68	7.49	4.87
	4	83.11	4.71	7.27	4.91
	5	83.25	5.22	7.22	4.31
	Aver.	83.08	4.84	7.32	4.75
Gwangju-si	1	79.71	5.17	8.78	6.34
	2	79.65	5.99	8.97	5.39
	3	78.01	6.95	9.00	6.04
	4	79.99	5.95	8.93	5.13
	5	81.80	4.62	7.81	5.77
	Aver.	79.83	5.73	8.69	5.74
Gangbuk-gu	1	90.17	2.80	4.23	2.80
	2	90.40	2.88	4.03	2.69
	3	89.66	2.85	4.64	2.85
	4	89.81	2.85	4.28	3.06
	5	89.22	2.89	4.47	3.42
	Aver.	89.85	2.85	4.33	2.96
Chuncheon-si	1	72.20	14.11	8.13	5.56
	2	72.30	14.23	8.26	5.21
	3	72.27	14.18	8.23	5.32
	4	72.26	14.19	8.38	5.17
	5	71.80	14.21	8.11	5.88
	Average	72.16	14.18	8.22	5.42
Total average		78.19	9.45	7.42	4.94
Max		90.40	17.99	9.38	8.10
Min		64.53	2.80	4.03	2.69
Variation		50.78	27.40	2.45	1.30
Standard deviation		7.13	5.23	1.57	1.14

3. 실험결과 및 분석

3.1 발생지역별 생활계 폐플라스틱의 구성비 [TEST 1]

발생지역별 생활계 폐플라스틱의 구성비 변화를 Table 2 및 Fig. 4에 나타내었다. 6개 발생지역 평균 구성비는 재생가능한 플라스틱이 78.19%, 수분 9.45%, 금속류 7.42%, 기타 이물질이 4.94%로서 분리배출에 의해 선별되었지만 평균 20%이상의 재생 불가능한 이물질이 혼입되어 있는 것으로 나타났다. 이물질 중에서는 수분 >금속류 >기타 이물질 순으로 많이 혼입되어 있었다. 20%이상의 재활용 불가능한 이물질이 혼입되어 있는 생활계 폐플라스틱은 재활용 공정에서 선별되지 못하면 재활용 제품의 품질의 영향을 미칠 것으로 판단된다. 국내 포장폐기물 재활용 기술 및 사업 측면에서 살펴본 연구에서는(Ko et al, 2018) 국내 재활용업체의 영세성을 주된 문제로 지적하였다. 또한 기존 연구자료에 의하면 물질재활용을 위해서는 폐플라스틱을 포함한 재활용품을 수집·선별하여야 하는 데 이에 드는 비용이 재활용품으로 판매돼서 얻는 수익을 약 4배 이상(2015년 기준)인 것으로 보고하고 있다. 따라서 국내 영세 재활용업체들에게 비용이 많이 소요되는 수집 선별에 소홀해질 수밖에 없고 이로 인하여 물질재활용 품질이 저하되고 고부가가치 재활용 확대에 장애요소가 되고 있다.

생활계 폐플라스틱 중 재생가능한 플라스틱의 혼입율은 청주시에서 69.7%, 충주시에서 74.52%, 서산시에서 83.08%, 광주시에서

79.33%, 강북구에서 89.85%, 춘천시에서 72.16%를 나타내고 있어 서울 강북구가 가장 높았으며 충북 청주시가 가장 낮은 것으로 나타났다. 생활계 폐플라스틱 중 금속류 이물질의 혼입율은 청주시에서 8.63%, 충주시에서 7.30%, 서산시에서 7.32%, 광주시에서 8.69%, 강북구에서 4.33%, 춘천시에서 8.22%를 나타내고 있어 경기도 광주시가 가장 높았으며 서울 강북구가 가장 낮은 것으로 나타났다. 생활계 폐플라스틱 중 기타 이물질의 혼입율은 청주시에서 5.82%, 충주시에서 4.93%, 서산시에서 4.75%, 광주시에서 5.74%, 강북구에서 2.96%, 춘천시에서 5.42%를 나타내고 있어 경기도 광주시가 가장 높았으며 서울 강북구가 가장 낮은 것으로 나타났다. 또한 생활계 폐플라스틱 중 수분의 혼입율은 청주시에서 15.84%, 충주시에서 7.30%, 서산시에서 7.32%, 광주시에서 8.69%, 강북구에서 4.33%, 춘천시에서 8.22%를 나타내고 있어 경기도 광주시가 가장 높았으며 서울 강북구가 가장 낮은 것으로 나타났다.

동일한 지역에서 반입되는 생활계 폐플라스틱의 구성비율은 큰 차이를 나타내고 있지는 않았으나 지역별 생활계 폐플라스틱의 구성비율은 상대적으로 크게 나타났다. 또한 구성요소별 표준편차는 재활용가능 플라스틱이 7.13, 수분이 5.23, 금속류 1.57, 기타 이물질 1.14로서 구성비율이 클수록 표준편차가 증가하였지만 상대적으로 수분의 표준편차가 큰 것으로 나타났다. 반면에 금속류 및 기타 이물질의 표준편차가 상대적으로 작은 것으로 나타났다.

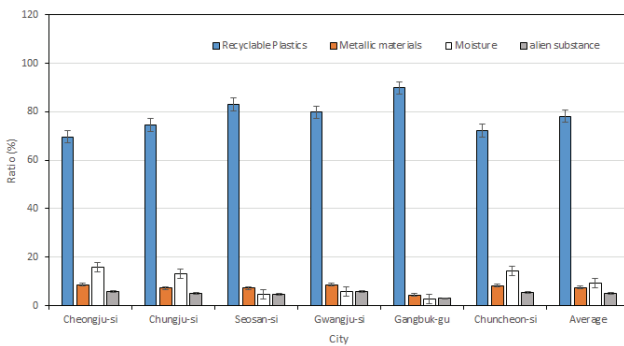


Fig. 4. Composition of plastic waste by city

Table 3. Properties of material recycling products

	Production time(2020)				Average	Max	Min	Variation	Standard deviation
	Feb	Mar	April	May					
Tensile strength(MPa)	9.87	11.01	14.29	13.01	12.33	16.01	8.46	5.15	2.27
Elongation(%)	4.67	7.33	6.44	5.48	5.94	9.33	3.33	3.59	1.9
Density(g/cm ³)	1.88	1.57	1.33	1.41	1.35	1.49	1.21	0.01	0.1
Ash content(%)	6.23	7.61	7.68	10.84	8.66	13.14	4.62	8.59	2.71

3.2 생산시기별 재활용 제품의 품질특성 [TEST 2]

생산시기별 물질재활용 제품의 품질 변화를 Table 3 및 Fig. 5에 나타내었다. 4개월 간 물질재활용 제품의 평균 인장강도는 12.33MPa, 평균 연신율은 5.94%, 밀도는 1.35g/cm³, 회분은 3.66%인 것으로 나타났다. 열가소성수지인 플라스틱 소재를 질량 기준으로 원료의 60%이상 사용하고 필요에 따라 보강제, 충전제 등을 넣어 사출 또는 압출방법으로 성형한 재활용 플라스틱 지주 받침에 대한 규정 GR M 3084(재활용 플라스틱 지주받침)에서 요구하는 인장강도, 밀도, 회분의 기준치를 복합재질 혼합 폐플라스

틱을 100% 사용하여 만족시킬 수 있었다.

인장강도는 2월에 9.37MPa, 3월에 11.01MPa, 4월에 14.29MPa, 5월에 13.01MPa로서 최소 8.46MPa, 최대 16.01MPa, 분산 5.15, 표준편차 2.27인 것으로 나타났다. 이는 GR M 3084(재활용 플라스틱 지주받침)에서 요구하는 인장강도 11.0MPa 이상을 만족시킬 수 있는 것으로 나타났다. 연신율은 2월에 4.67%, 3월에 7.33%, 4월에 6.44%, 5월에 5.48%로서 최소 3.33%, 최대 9.33%, 분산 3.59, 표준편차 1.9인 것으로 나타났다. 밀도는 2월에 1.88g/cm³, 3월에 1.57g/cm³, 4월에 1.33g/cm³, 5월에 1.41g/cm³로서 최소 1.21g/cm³, 최대 1.49g/cm³, 분산 0.01, 표준편차 0.10인 것으로 나타났다. 이는 GR M 3084(재활용 플라스틱 지주받침)에서 요구하는 밀도 0.90g/cm³ 이상을 만족시킬 수 있는 것으로 나타났다. 회분은 2월에 6.23%, 3월에 7.61%, 4월에 7.68%, 5월에 10.84%로서 최소 4.62%, 최대 13.14%, 분산 8.59, 표준편차 2.71인 것으로 나타났다. 이는 GR M 3084(재활용 플라스틱 지주받침)에서 요구하는 회분 20.0% 이하를 만족시킬 수 있는 것으로 나타났다. 특히 회분의 변동성이 큰 것은 생활계 폐플라스틱에 혼입되어 있는 이물질 선별의 영향이 큰 것으로 사료된다.

4. 결론

생활계 폐플라스틱 물질재활용 제품의 품질에 대한 안정성을 확보하기 위한 기초 연구로서 발생지역에 따른 생활계 폐플라스틱의 혼입물 특성 및 이를 활용한 물질재활용 제품의 생산시기에 따른 품질특성을 비교 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 생활계 폐플라스틱의 6개 발생지역별 평균 구성비는 재생가능한 플라스틱이 78.19%, 수분 9.45%, 금속류 7.42%, 기타 이물질이 4.94%로서 분리배출에 의해 선별되었지만 평균 20%이상의 재생불가능한 이물질이 혼입되어 있었으며, 이물질 중에서는 수분 >금속류 >기타 이물질 순으로 많이 혼입되어 있었다.
- 2) 발생 도시에 따른 생활계 폐플라스틱 중 재활용 가능한 폐플라스틱의 구성비율은 64.5~90.4%로서 도시별 큰 차이를 보이고 있다.
- 3) 4개월간 생산시기별 물질재활용 제품의 평균값은 인장강도 12.33MPa, 연신율 5.94%, 밀도 1.35g/cm³, 회분 3.66%인 것으로 나타났다. 특히 인장강도, 밀도, 회분의 결과값은 단일재질 플라스틱 재활용 제품규격인 GR M 3084(재활용 플라스틱 지주받침)에서 요구하는 성능수준을 복합재질 혼합

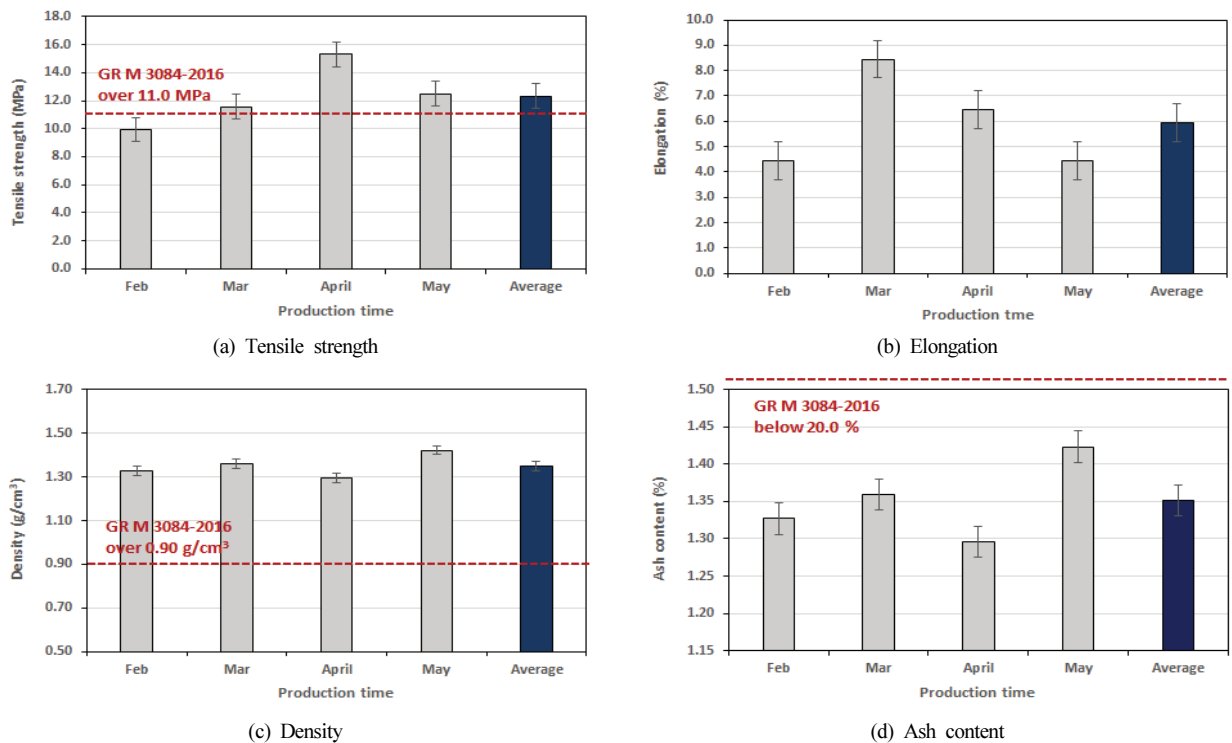


Fig. 5. Properties of recycling product

폐플라스틱 100%를 사용하여 만족시킬 수 있었다.

- 4) 재활용 제품의 품질 특성 중 회분의 표준편차가 가장 크게 나타났으며, 이는 사업장에 반입되는 생활계 폐플라스틱에 혼입되어 있는 이물질이 공정 중에서 선별정도에 따라 영향이 큰 것으로 사료된다.

Conflicts of interest

None.

감사의 글

이 논문은 2019년 정부(환경부)의 재원으로 한국환경산업기술원의 지원을 받아 수행되었습니다.(과제번호 2019002730012)

References

Choi, Y., Choi, H.J., Rhee, S.H. (2018). Current status and improvements on management of plastic waste in Korea, *Journal of the Korean Institute of Resources Recycling*, **27(4)**, 3–15 [in Korean].

Dhawan, R., Bisht, B.M.S., Kumar, R., Kumari, S., Dhawan, S.K. (2019). Recycling of plastic waste into tiles with reduced

flammability and improved tensile strength, *Process Safety and Environmental Protection*, **124**, 299–307.

Geyer, R., Jambeck, J.R., Law, K.L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made, *Science Advances*, **3(7)**, 1–5.

Jang, Y.C., Lee, G., Kwon, Y., Lim, J.H., Jeong, J.H. (2020). Recycling and management practices of plastic packaging waste towards a circular economy in South Korea, *Resources, Conservation and Recycling*, **158**, 104798.

Keskisaari, A., K rki, T., Vuorinen, T. (2019). Mechanical properties of recycled polymer composites made from side-stream materials from different industries, *Sustainability*, **11(21)**, 6054.

Ko, E., Shim, W., Lee, H., Kang, W., Shin, J., Kwon, O., Kim, J. (2018). The Current status of recycling process and problems of recycling according to the packaging waste of Korea, *Korean Journal of Packaging Science & Technology*, **24(2)**, 65–71 [in Korean].

Lee, S.H. (2019). Current Status of Plastic Recycling in Korea, *Journal of the Korean Institute of Resources Recycling*, **28(6)**, 3–8 [in Korean].

Singh, N., Hui, D., Singh, R., Ahuja, I.P.S., Feo, L., Fraternali, F. (2017). Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications, *Composites Part B: Engineering*, **115**, 409–422.

생활계 폐플라스틱 물질 재활용 제품의 품질안정화를 위한 기초 요인 검토

다양한 복합재질 생활계 폐플라스틱의 물질재활용 확대를 위해서는 물질재활용 제품의 용도개발 및 이들의 품질 안정성 확보 노력이 필요하다. 본 논문에서는 생활계 폐플라스틱 물질재활용 제품의 품질에 대한 안정성을 확보하기 위한 기초 연구로서 발생지역에 따른 생활계 폐플라스틱의 혼입율 특성 및 이를 활용한 물질재활용 제품의 생산시기에 따른 품질특성을 비교 검토하였다. 그 결과 발생 도시에 따른 생활계 폐플라스틱 중 재활용 가능한 폐플라스틱의 구성비율은 64.5~90.4%로서 도시별 큰 차이를 보이고 있다. 또한 4개월간 생산시기별 물질재활용 제품의 평균 인장강도는 12.33MPa, 평균 연신율은 5.94%, 평균 밀도는 1.35g/cm³, 평균 회분은 3.66%인 것으로 나타났다.