



세계 바이오매스(목재펠릿) 수급 현황 및 시장 변화 요인¹⁾

김 아 름 에너지경제연구원 전문연구원 (arkim@keei.re.kr)

1. 서론

세계 주요국들은 파리기후협약 INDC 공약이행을 위하여 자국의 에너지믹스 구조 전환을 추진하고 있으며, 특히 脫化石에너지 전원구조로 개편하기 위한 노력을 기울이고 있다. EU는 2020년까지 온실가스 배출량 감축, 재생에너지 비중 확대, 에너지효율 개선 등 3대 정책기조(20-20-20 목표)²⁾를 설정하고, 회원국들이 이에 공조할 수 있도록 주도력을 발휘하고 있다. EU회원국들은 EU재생에너지지침에 근거하되, 자국의 에너지공급 여건을 반영한 재생에너지 보급 확대 실행 계획을 수립·운영하고 있다.³⁾

신재생에너지 확대를 선도하는 국가들은 청정전원 개발을 위해 풍력 및 태양광, 소수력 전원 등을 확대하는 한편, 바이오에너지 전원 개발도 적극 주도하고 있다. 영국은 脫석탄정책의 일환으로 기존의 석탄발전설비(ex. Drex발전소)를 바이오매스 전원으로 대체를 추

진하고 있으며, 덴마크 및 일본 등도 바이오매스 발전 설비 확충을 추진하고 있다. 목재펠릿(Wood Pallet)은 세계적으로 활용되고 있는 바이오매스 발전연료의 일종으로 脫석탄전원 대안연료로서 널리 활용되고 있으며, 향후 지속적으로 수급이 확대될 것으로 전망되고 있다.

이에 본고는 바이오연료(목재펠릿)의 연료요건(발전·산업부문별), 공급역량과 공급여건, 수요구조, 가격결정 요인 등을 점검하여, 우리나라 발전부문 연료 다각화 전략수립에 필요한 자료를 제공하고자 한다. 본고에서는 2절에서 목재펠릿 연료 특성 및 요건에 대해 설명하고, 3절과 4절에서 세계 목재펠릿 수급 현황을 살펴본 후, 5절에서 목재펠릿 산업의 비용 구조 및 가격을 점검해 보고, 6절에서는 목재펠릿의 수급변화 요인에 대해 분석하며, 마지막 7절에서는 시사점을 도출하였다.

1) 본고는 양의석·김아름·김비아, "세계 바이오매스(우드펠릿) 수급현황 및 시장 변화 요인," 『세계 에너지시장 인사이트』 제17-25호, 에너지경제연구원(2017.7.24)의 내용을 부분적으로 수정·보완한 것임.

2) 2020 기후·에너지 패키지(2020 Climate and Energy Package)

3) 에너지경제연구원(2016.6.10), 『세계 에너지시장 인사이트』 제16-21호 참조



2. 목재펠릿 연료 특성 및 요건(Fuel Specifications)

목재펠릿은 세계적으로 가정·상업부문 난방연료 및 산업부문 열원, 발전부문의 연료로 활용되고 있으며, 국제표준에 의한 연료요건을 준용하여 각 국가가 개별적으로 정립한 연료기준下에 이용되고 있다.

2014년 도입된 국제표준⁴⁾ ISO17225-2는 목재펠릿

품질기준을 크게 가정·상업용(A1, A2, B)과 산업용(I1, I2, I3)으로 구분하여 규정하고 있다.⁵⁾⁶⁾ 목재펠릿 연료 품질 기준은 목재펠릿 원료의 성상을 기준으로 설정되고 있으며, 가정·상업용 품질요건이 일반적으로 환경적·위생적 요건 충족 필요성 때문에 산업용(발전용)보다 더 강화되어 있다. 목재펠릿의 품질기준으로 가정용은 A1, A2, B 등급(A1 > A2 > B)으로, 산업용은 I1, I2, I3 등급(I1 > I2 > I3)으로 품위가 차별화되어 있다.

〈표 1〉 ISO 17225-2의 목재펠릿 품질기준별 원료조건

ISO 17225-1 ¹⁾	원료 조건	가정·상업용			산업용		
		A1	A2	B	I1	I2	I3
1.1	산림, 인공림, 기타 원시림 (Forest, plantation and other virgin wood)			●	●	●	●
1.1.1	뿌리가 제거된 목재 (Whole trees without roots)		●				
1.1.3	줄기(stem) 목재 (Stemwood)	●	●				
1.1.4	벌목 잔류물 (Logging residues)		●				
1.2	목재 가공에서 발생하는 부산물 및 잔류물 (By-products/residues from wood processing industry)			●			●
1.2.1	화학 처리되지 않은 목재 잔류물 (Chemically untreated wood residue)	●	●		●	●	
1.3	재사용 목재 (Used wood)						
1.3.1	화학 처리되지 않은 재사용 목재 (Chemically untreated used wood)			●			●

주: 1) 고체 바이오매스의 분류는 ISO 17225-1에 근거함.

자료: Coford(2016), "Review of worldwide standards for solid biofuels" 토대로 저자가 재구성

4) International Organization for Standardization(ISO)

5) IEA(2017), "Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017"

6) 고체 바이오연료에 대한 품질기준은 ISO17225시리즈(part1~7)에 규정되어 있으며, 그중 part2: Graded wood pellets가 목재펠릿에 관한 것임.



가정·상업용(A1, A2, B) 목재펠릿은 난방용 스토브 또는 보일러에 사용되며, 상대적으로 강화된 품질 기준을 적용하고 있다. 품질 구분은 ▲A등급(스토브 및 50kW 이하의 소형보일러용) ▲B등급(50kW 초과

〈표 2〉 ISO 17225-2의 목재펠릿 품질기준

주요 요건	단위	가정·상업용			산업용		
		A1	A2	B	I1	I2	I3
직경 ¹⁾	mm	6	6	6	6	6	6
		8	8	8	8	8	8
		-	-	-	-	-	10
		-	-	-	-	-	12
길이 ²⁾	mm	3.15 ≤ L ≤ 40			3.15 ≤ L ≤ 40		
용적 밀도	kg/m ³	≥ 600	≥ 600	≥ 600	≥ 600	≥ 600	≥ 600
회분 함량	w-% ³⁾ dry	≤ 0.7	≤ 1.2	≤ 2.0	≤ 1.0	≤ 1.5	≤ 3.0
수분 함량	w-% ³⁾	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
내구성	w-% ³⁾	≥ 97.5	≥ 97.5	≥ 96.5	97.5 ≤ DU ≤ 99.0	97.0 ≤ DU ≤ 99.0	96.5 ≤ DU ≤ 99.0
발열량	Mj/kg	≥ 16.5	≥ 16.5	≥ 16.5	≥ 16.5	≥ 16.5	≥ 16.5
황(S)	w-% ³⁾ dry	≤ 0.04	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05
질소(N)		≤ 0.3	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.6
염소(Cl)		≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.03	≤ 0.03	≤ 0.05	≤ 0.06
비소(As)	mg/kg dry	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 2	≤ 2	≤ 2
카드뮴(Cd)		≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 1	≤ 1	≤ 1
크롬(Cr)		≤ 10	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15
구리(Cu)		≤ 10	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
납(Pb)		≤ 10	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
수은(Hg)		≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1
니켈(Ni)		≤ 10	≤ 10	≤ 10	-	-	-
아연(Zn)		≤ 100	≤ 200	≤ 200	≤ 200	≤ 200	≤ 200
회분용융 거동온도	℃	• 산화조건(550℃)에서 측정된 모든 특성온도(수축개시온도(SST), 변형온도(DT), 형변화온도(HT), 용융온도(FT))를 ℃로 표기해야 함 ⁴⁾ • pre-ashing 온도가 550℃가 아닐 경우 이를 표기해야 함					

주: 1) 직경기준에서 ± 1mm까지 허용; 2) 40mm를 초과하는 펠릿은 전체의 1%로 제한되며, 최고 길이는 45mm를 초과할 수 없음; 3) w-%는 중량 비(% of weight)를 의미 4) SST(Shrinkage starting temperature), DT(Deformation temperature), HT(Hemisphere temperature), FT(Flow temperature)

자료: Coford(2016), "Review of worldwide standards for solid biofuels"



500kW이하 보일러용)으로 나뉘고 있다.

산업용 목재펠릿은 품질등급 I1, I2, I3 등 3단계로 나뉘고 있으며, 주로 산업용 보일러 연료와 바이오매스 발전설비 연료로 사용되고 있다. 특히, 발전용은 온실가스 감축 목적으로 석탄 혼소발전 또는 바이오매스(목재펠릿) 전용발전설비에 사용되고 있다.

한편, 국제표준(ISO 17225-2) 품질기준 이외에, 구매국가(자)의 요구에 따라 ISO보다 강화된 품질인

증(certification)기준 또한 적용되고 있다. 유럽펠릿협회(European Pellets Council)에서 설정한 목재펠릿 품질인증 기준인 ENplus가 가정·산업용(난방용)⁷⁾ 목재펠릿 품질인증 기준으로 세계적으로 적용되고 있다. ENplus(ENplus A1, ENplus A2, ENplus B)는 ISO 17225-2에 근거하고 있으나, 다음과 같은 세부항목에서 다소 강화된 품질기준을 설정하고 있다.

〈표 3〉 ISO 17225-2 및 ENplus 품질기준 간 주요 차이점 비교

주요 요건	단위	ISO 17225-2			ENplus		
		A1	A2	B	ENplus A1	ENplus A2	ENplus B
용적밀도	kg/m ³	≥ 600			650 ≤ BD ≤ 750		
내구성	w-% ¹⁾	≥ 97,5	≥ 97,5	≥ 96,5	≥ 98,0	≥ 97,5	≥ 97,5
크롬 Cr	mg/kg dry	≤ 10	≤ 15		≤ 10		
구리 Cu		≤ 10	≤ 20		≤ 10		
납 Pb		≤ 10	≤ 20		≤ 10		
아연 Zn		≤ 100	≤ 200		≤ 100		
펠릿온도 ²⁾	℃	-			≤ 40		
변형온도 ³⁾	℃	의무 표기			≥ 1,200	≥ 1,100	

주: 1) w-%는 중량비(% of weight)를 나타냄; 2) 최종 소비자로의 수송을 위하여 공장출하점을 떠날 때 제한값이 지켜져야 함; 3) pre-ashing 온도는 ISO에서 550℃, ENplus에서 815℃로 설정하고 있음

자료: 1) Coford(2016); 2) ENplus(2015) 토대로 저자가 재구성

3. 세계 목재펠릿 공급

가. 세계 목재펠릿 생산설비 능력

전 세계 목재펠릿 생산능력(2017년 1분기 기준)은

4,110만 톤/년 규모에 이르고 있으며, 현재 개발 중인 생산설비를 포함할 경우, 생산능력은 5,610만 톤/년에 달할 것으로 추계되고 있다.

북미지역의 생산설비를 살펴보면, 미국이 세계에 서 가장 큰 규모의 목재펠릿 생산능력(1,320만 톤/년,

7) 산업용(발전용) 목재펠릿의 품질기준은 일반적으로 매매자(계약자)간 합의에 의해 결정됨.

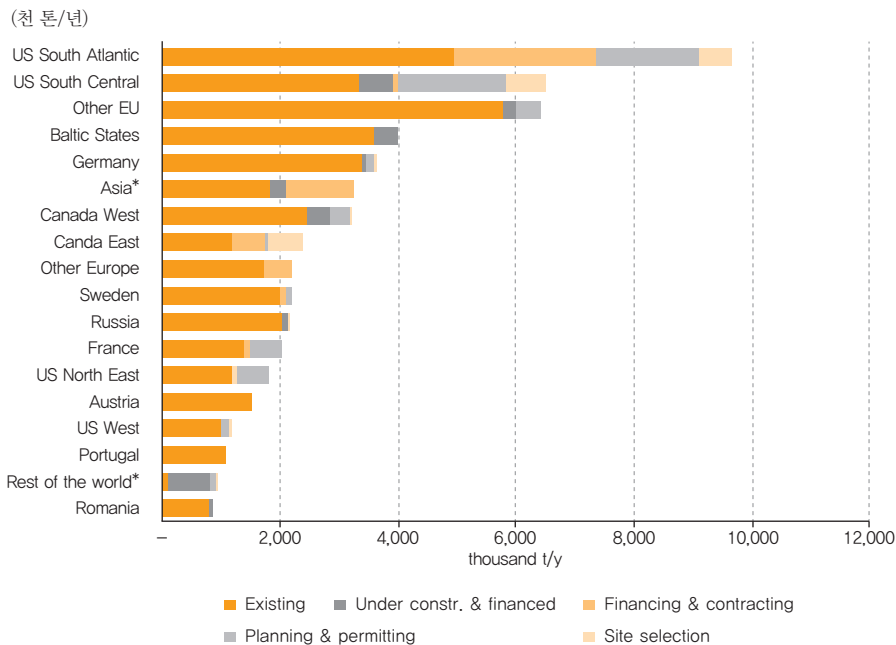


2016년 기준⁸⁾을 보유하고 있으며, 2004년 이후 해외 목재펠릿 수요(특히 EU)가 급격하게 증가함에 따라 생산설비 규모가 증대되고 있다. 캐나다는 2016년 말 기준⁹⁾으로 총 42개 플랜트에서 400만 톤/년의 목재펠릿 생산능력을 보유하고 있으며, 풍부한 산림자원¹⁰⁾을 바탕으로 해외 목재펠릿 수요 증가에 따라 급속하게 성장하고 있다. 캐나다 목재펠릿 생산설비 중 약 60%는 브리티시컬럼비아주에 위치하고 있으며, 나머지는 온타

리오주 및 퀘벡주 등에 산재되어 있다.

유럽지역에서는 발칸반도의 발틱 3국(라트비아, 에스토니아, 리투아니아)¹¹⁾¹²⁾이 유럽내에서 높은 생산능력(360만 톤/년, 설비(mill) 30개 총용량, 2017년 1분기 기준)을 보유하고 있으며, 그중 라트비아의 생산설비 규모는 190만 톤/년, 에스토니아 140만 톤/년, 리투아니아 30만 톤/년에 이르고 있다. 이들 국가들은 풍부한 산림 자원, 상대적으로 낮은 생산비용, 높은 항만

[그림 1] 지역별 목재펠릿 생산 설비 규모(2017.1분기)



자료: Hawkings Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets-First Quarter," p. 74, 2017

8) IEA(2017.7), "Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017"

9) WPAC(2017.5.15.), "Why Canada is a Great Sourcing Option for Wood Pellets"

10) NREL(2013.5), "International Trade of Wood Pellets"

11) AEBIOM(2016), "AEBIOM Statistical Report 2016 : European Bioenergy Outlook"

12) Hawkings Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets-First Quarter 2017"



접근성, 낮은 세금 등 목재펠릿 생산에 적합한 조건을 보유하고 있다. 독일¹³⁾의 목재펠릿 생산능력은 340만 톤/년(2017년 1월 기준)에 달하고 있으나, 2013년 이후 중소 규모 생산업체의 운영 중단으로 생산설비 증설은 정체되어 있으며, 스웨덴¹⁴⁾은 EU 국가 중에서 단일 국가로는 두 번째로 목재펠릿 생산량이 많은 생산국이며, 목재펠릿 생산 설비 규모는 200만 톤/년(2017년 1분기 기준)에 달하고 있다. 한편, 러시아는 2001년 처음으로 목재펠릿 생산을 시작하였으며, 이후 생산 설비가 급증하여 생산 능력은 200만 톤/년(2017년 1분기 기준)으로 추정되고 있다.¹⁵⁾

아시아 국가들의 목재펠릿 총 생산능력은 180만 톤/년(2016년 기준) 규모로 추정되고 있으며, 이 중 베트남의 생산 설비 규모가 연간 130만 톤에 이르며, 나머지는 말레이시아, 태국, 인도네시아 등이 보유하고 있다. 특히, 베트남은 목재펠릿 생산능력이 크고, 아시아 지역에서 생산비용이 가장 낮는데, 그 이유는 대규모 가구제조 산업에서 발생하는 폐목재의 공급이 풍부하기 때문이다.¹⁶⁾

나. 세계 목재펠릿 생산 현황

2015년 전 세계 목재펠릿 생산량은 전년대비 약 7.7% 증가한 2,800만 톤 규모¹⁷⁾로 지난 10년간 10배 규모로 증가하였으며¹⁸⁾, 이는 유럽 국가들의 재생에너지 이용 확대정책에 따라 바이오매스 수요 증가에 따른

결과로 분석된다. 지역별로는 EU 28개국의 생산량이 가장 많았고(54%), 미국(26.5%), 캐나다(6.8%), 베트남(3.8%) 등이 그 뒤를 이었다.

2015년 EU국가들¹⁹⁾의 목재펠릿 생산량은 전년대비 4.7% 증가한 1,410만 톤에 달하였으며, 이는 EU국가 목재펠릿 소비량의 70%에 해당하는 규모이다. EU28개국의 목재펠릿 생산량은 EU 역내 수요로 충당되고 있으며, 공급부족은 주로 북미 지역으로부터 수입으로 충당되고 있다. 국가별 목재펠릿 생산량은 독일(200만 톤), 스웨덴(170만 톤), 라트비아(160만 톤), 에스토니아(110만 톤), 오스트리아(100만 톤) 등의 순위를 기록하였다.

2015년 북미지역 미국의 목재펠릿 생산량은 740만 톤에 달하였으며, 총 생산량 중 60% 이상이 수출되었고, 주력 수출시장은 EU국가들(수출점유율: 99%)이었다. 미국의 목재펠릿 수출은 EU시장과의 근접성, 바이오매스 자원 가용성 등의 이유로 주로 미국 남동부 지역에서 이루어 졌다. 캐나다의 목재펠릿 생산량은 190만 톤(2015년)에 달하였으며, 주로 수출용으로 영국을 비롯한 유럽국가로 수출되었다. 목재펠릿 생산량은 주로 수출용으로 공급되며, 그중 대부분이 영국을 비롯한 유럽국가로 수출되고 있다. 브리티시컬럼비아에서 생산되는 목재펠릿은 지리적 이점으로 인해 일본과 한국 등 아시아 국가로도 수출되고, 온타리오에서 생산되는 목재펠릿은 주로 내수 공급용으로 활용되었다.

13) Hawkings Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets-First Quarter 2017"

14) IEA(2017, 7), "Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017"

15) IEA(2017, 7), "Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017"

16) IEA(2017, 7), "Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017"

17) FAO STAT 홈페이지, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>(검색일: 2017, 7, 17)

18) FAO(2016, 12, 14), "Wood production sees growth driven by housing and green energy markets"

19) AEBIOM(2016), "EBIOM Statistical Report 2016 : European Bioenergy Outlook"



유럽지역에서는 독일²⁰⁾의 생산량(2015년)이 전년대비 3.8% 감소한 200만 톤에 달하였으며, 스웨덴²¹⁾ 생산량은 전년대비 5.5% 증가한 166만 톤을 기록하였다. 러시아의 2015년 생산량은 전년대비 약 6.7% 상승한 97.4만 톤을 기록하였으며, 2001년 최초로 생산을 시작한 이래 완만한 증가추세를 보이고 있다. 유럽지역

의 생산량은 역내소비로 우선 충당되고 있으며, 공급부족은 미국과 캐나다로부터 조달되고 있다.

아시아지역의 생산량은 유일하게 베트남 생산량이 주목되고 있으며, 생산규모는 2015년 106만 톤으로 전년대비 약 61.4% 증가하였으며, 2012년 이후 급증하고 있다.²²⁾

〈표 4〉 목재펠릿 주요 생산국의 생산량 및 비중변화(2013~2015년)

(단위: 천 톤, %)

주요 생산국(9개국)	2013		2014		2015		증감률 (‘14-15)
	생산량	비중 ¹⁾	생산량	비중 ¹⁾	생산량	비중 ¹⁾	
미 국	5,700	25.5	6,900	26.6	7,400	26.5	7.2
캐나다	1,800	8.1	1,900	7.3	1,900	6.8	0.0
독 일	2,208	9.9	2,078	8.0	1,998	7.1	-3.8
라트비아	1,093	4.9	1,280	4.9	1,600	5.7	25.0
스웨덴	1,512	6.8	1,577	6.1	1,663	5.9	5.5
에스토니아	610	2.7	769	3.0	1,100	3.9	43.1
오스트리아	962	4.3	948	3.7	1,000	3.6	5.5
베트남	170	0.8	610	2.3	1,060	3.8	61.4
러시아	810	3.6	913	3.5	974	3.5	6.7
세계 총생산 계	22,321		25,963		27,959		7.7

주: 1) 세계 전체 생산량 중 국가별 점유율(%)

자료: FAO STAT 홈페이지 자료를 재구성, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>(검색일: 2017.7.17)

다. 세계 목재펠릿 무역 규모

1) 수출

2015년 목재펠릿 생산국가의 수출량은 총 1,616.4

만 톤 규모로 전년대비 약 7.4% 증가를 기록하였다.²³⁾

미국은 전년대비 약 14.3% 증가한 457.6만 톤(세계 전체수출 중 28.3%)의 목재펠릿을 수출하였으며, 2012년 이후 캐나다를 추월하여 세계 1위의 수출국으로 위상을 유지하고 있다. 미국은 2015년 목재펠릿 740만

20) Hawkings Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets-First Quarter 2017"

21) IEA(2017.7), "Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017"

22) FAO STAT 홈페이지, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>(검색일: 2017.7.17)

23) FAO STAT 홈페이지, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>(검색일: 2017.7.17)



톤을 생산하여 457.6만 톤을 수출하여 61.8%의 수출 비중을 기록하였다.

2015년의 경우 캐나다(162.8만 톤)와 라트비아(160.5만 톤)의 수출량 규모가 유사한 수준이며, 타 생산국들은 베트남을 제외하고는 100만 톤 규모를 넘지 못하였다. 캐나다의 생산대비 수출비중은 85.7%에 달하며, 2013년 91.1%에 비하여 다소 감소하고 있는 특성을 보이고 있다. 이는 목재펠릿의 국내 내수가 증가

하고 있음을 의미한다.

라트비아의 수출량(160.5만 톤)은 생산량(160.0만 톤)을 초과하는 것으로 기록(수출률: 100.0% 초과)되고 있으나, 이는 기준에 누적된 생산량이 2015년에 수출되었기 때문으로, 생산량 전체가 수출되고 있음을 의미하고 있다. 베트남의 2015년 수출률도 100%(수출량: 105.1만 톤, 생산량: 106.0만 톤)에 달하여 내수 용으로는 사용되지 않고 있다.

〈표 5〉 목재펠릿 주요 수출국의 수출량 및 비중 변화(2013~2015년)

(단위: 천 톤, %)

주요 수출국(10개국)	2013		2014		2015		증감률 ('14-15)
	수출량	비중 ¹⁾	수출량	비중 ¹⁾	수출량	비중 ¹⁾	
미 국	2,883	22.9	4,005	26.6	4,576	28.3	14.3
캐나다	1,640	13	1,637	10.9	1,628	10.1	-0.6
라트비아	1,056	8.4	1,290	8.6	1,605	9.9	24.4
베트남	160	1.3	746 ²⁾	5	1,051 ²⁾	6.5	40.9
러시아	744	5.9	879	5.8	935	5.8	6.3
에스토니아	613	4.9	641	4.3	883	5.5	37.8
포르투갈	777	6.2	723	4.8	694	4.3	-4.1
독 일	720	5.7	683	4.5	687	4.3	0.7
오스트리아	483	3.8	485	3.2	555	3.4	14.5
루마니아	457	3.6	413	2.7	323	2	-0.2
세계 총수출 계	12,575		15,047		16,164		7.4

주: 1) 세계 전체 수출량 중 국가별 점유율(%); 2) 비공식수치(unofficial figure)

자료: FAO STAT 홈페이지 자료를 재구성, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>(검색일: 2017.7.17)

2) 수입

세계 주요국의 2015년 목재펠릿 수입량은 1,559만 톤 규모로 전년대비 7.9% 증가를 기록하였다. 영국은 세계 목재펠릿 수입국 중 가장 많은 수입량을 기록하였으며, 전 세계 수입량 중 42.0%를 점하고 있다. 다음으

로 수입 점유율이 높은 국가들은 덴마크(13.2%), 이탈리아(10.5%), 한국(9.4%) 등으로 구성되어 있다. 다수의 EU 국가들이 목재펠릿 소비량을 기록하고 있으나, 수입량 점유율이 크지 않은 이유는 자국 생산으로 수요를 충당하기 때문이다.

영국의 목재펠릿 수입량 비중은 지속적으로 증가하고



〈표 6〉 목재펠릿 주요 수입국의 수입량 및 비중 변화(2013~2015년)

(단위: 천 톤, %)

주요 수입국(10개국)	2013		2014		2015		증감률 (‘14-15)
	수입량	비중 ¹⁾	수입량	비중 ¹⁾	수입량	비중 ¹⁾	
영 국	3,389	28.0	4,757	32.9	6,548	42.0	37.7
덴마크	2,268	18.8	2,150	14.9	2,059	13.2	-4.2
이탈리아	1,749	14.5	1,936	13.4	1,640	10.5	-15.3
한 국	485	4.0	1,850	12.8	1,471	9.4	-20.5
벨기에	896	7.4	658	4.6	986	6.3	49.8
독 일	547	4.5	419	2.9	418	2.7	-0.3
오스트리아	385	3.2	344	2.4	369	2.4	7.4
스웨덴	713	5.9	522	3.6	355	2.3	-32
일 본	84	0.7	97	0.7	232	1.5	140.2
미 국	152	1.3	220	1.5	207	1.3	-5.9
세계 총수입 계	12,086		14,450		15,594		7.9

주: 1) 세계 전체 수입량 중 국가별 점유율(%)

자료: FAO STAT 홈페이지 자료를 재구성, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>(검색일: 2017.7.17)

〈표 7〉 한국과 일본의 목재펠릿 수입량(2015년)

구분	한국		일본	
	수입량(톤)	비중(%)	수입량(톤)	비중(%)
베트남	1,022,809	69.5	27,440	11.8
중국	3,057	0.2	57,870	24.9
캐나다	87,743	6.0	146,150	62.9
말레이시아	153,960	10.5	162	0.1
러시아	84,070	5.7	18	0.0
기타	119,047	8.1	785	0.3
소계	1,470,686	100.0	232,425	100.0

자료: ITA(2016.11), "2016 Top Markets Report Renewable Fuels," p.21 재구성

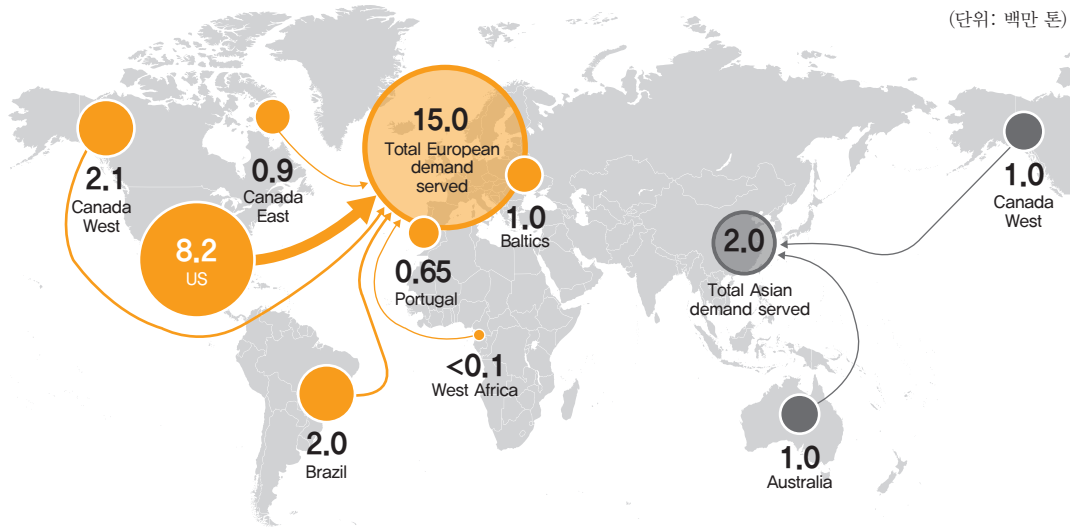
있으며, 2015년에도 37.7%의 증가율을 시현하였다. 이는 영국의 脫석탄 전원조정 정책에 따른 결과로 판단되고 있으며, 세계 목재펠릿 수입구조에서 높은 비중을

차지함에 따라 향후에도 목재펠릿 시장에서 영국의 시장 지배력이 암시되고 있다.

한편, 일본의 목재펠릿 수입이 2015년 급증하고 있



[그림 2] 세계 목재펠릿 주요 수출입 경로(2014년)



자료: proPellet(2014); PFI(2014), p.17에서 재인용

음도 주목되고 있다. 세계 목재펠릿 수입 중에서 일본의 비중은 2015년 1.5%로 미약하지만, 증가율은 140%에 달하였으며 일본의 청정전원 확충계획에 따라 수입량은 향후에도 지속적으로 증가할 것으로 예상되고 있기 때문이다. 일본 및 한국은 주로 동남아시아, 캐나다, 미국산 목재펠릿을 수입하고 있으며, 특히 한국의 베트남 수입의존도는 69.5%에 달하는 반면, 일본의 캐나다 의존도는 62.9%에 이르고 있다.

4. 세계 목재펠릿 시장 규모 및 수요

지난 10년간 세계 목재펠릿 시장은 급격히 성장해 왔으며, 2016년 세계 목재펠릿 총 수요량은 2,860만 톤으로 전년대비 약 6% 증가하였다. 2016년 세계 산업용 목재펠릿의 77.3%가 EU국가에서 소비되었으며, 영

국, 네덜란드 등이 가장 큰 소비국 위치를 점하고 있다. 아시아 국가들의 수요가 증가하고 있으나, 절대적인 수준에서는 낮은 수준에 있다.

세계 목재펠릿 수요량 중 1,530만 톤은 난방용(주거용, 상업용)으로, 1,340만 톤은 산업용(전력, 열병합발전, 지역난방)으로 사용되었다. 산업용 목재펠릿은 주로 석탄 대체연료로서 산업용 열원이나 발전용으로 사용되며, 난방용은 주거·상업부문에 난방에너지로 이용되고 있다.

2016년 EU28개국의 목재펠릿 소비는 전년대비 2.3% 증가한 2,212만 톤 규모에 달하였다. EU의 재생에너지지침(Renewable Energy Directive) 등은 회원국의 재생에너지 보급 및 촉진을 유발하였으며, EU 국가들이 바이오매스 이용을 확대함에 따라 목재펠릿 수요 증가와 국제거래가 확대되어 왔다. 용도별로는 산업용이 49.8%, 난방용이 50.2%를 차지하였다.



〈표 8〉 목재펠릿 수요량(2015~2016년)

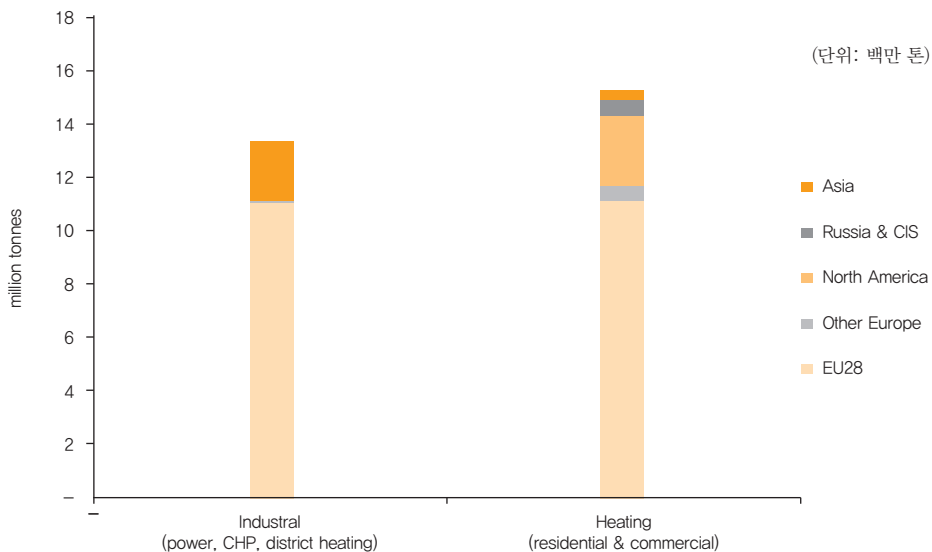
(단위: 백만 톤)

구분	2015	2016
EU 28개국	21,6	22,1
기타 유럽	0,5	0,5
북미	2,4	2,8
러시아&CIS ¹⁾	0,6	0,6
아시아	2,1	2,6
전체	27,1	28,6

주: 1) CIS 독립국가연합

자료: Hawkings Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets-First Quater 2017"

[그림 3] 세계 목재펠릿 산업용 및 난방용 수요(2016년)



자료: Hawkings Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets-First Quater 2017," p.15

유럽지역에서 난방용 목재펠릿 수요는 지난 10년 간 꾸준히 성장해 왔으며, 2016년 소비규모는 1,530만 톤에 달하였다. 유럽의 난방용 목재펠릿 수요는 2008~2013년 동안 연평균 17%²⁴⁾로 성장해 왔으나,

24) Hawkings Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets-First Quater 2017"



국제 유가의 하락과 유럽 지역의 온화한 겨울 날씨로 인해 2014년에 일시 감소를 기록한 바 있다. 난방용 목재펠릿 수요는 난방 연료의 상대비용(comparative cost)에 의해 크게 영향 받는 것으로 판단되고 있다.

독일, 이탈리아, 오스트리아, 프랑스 등의 국가에서 목재펠릿은 주로 주거용 난방 및 산업용 보일러에 사용되며, 영국, 네덜란드, 벨기에 등의 국가에서는 발전 부문에 주로 사용되고 있다. 난방용 수요는 2015년 반등되었으나, 보일러 및 스토브의 신규 판매량 감소, 원유를 비롯한 他에너지원 가격 하락에 따른 목재펠릿의

상대가격(comparative cost) 증가로 수요 증가세는 둔화되었다.

산업용(발전용) 목재펠릿의 수요 증가는 영국 등 EU 주요 국가들이 목재펠릿 혼소를 통한 바이오매스 발전을 확대하고 있기 때문이다. 2015년 덴마크²⁵⁾의 목재펠릿 소비량은 260만 톤이며, 그중 70% 정도가 열병합 발전에 사용되었다. 덴마크는 2014년 말 기준으로 총 66개의 열병합발전소(heat and power plant)를 보유하고 있으며, 목재펠릿 발전연료 소비는 140만 톤에 달하였다.

특히, 영국의 재생에너지계획²⁶⁾은 발전사업자들로 하

〈표 9〉 EU 지역 주요 목재펠릿 발전설비

(단위: MW, 천 톤)

국가	발전설비	총 발전설비 용량	바이오매스 용량	목재펠릿 소비('16년)
영국	Drax unit2	630	630	2,280
	Drax unit1	630	630	2,190
	Drax unit3	630	630	1,980
벨기에	Rodenhuize unit4	180	180	740
	Les Awirs unit4	130	80	290
스웨덴	Hasselby unit1-3	300	300	370
덴마크	Avedore unit2	575	345	810
	Amager unit1	438	68	270
	Avedore unit1 ¹⁾	215	-	-
	Herning CHP ¹⁾	88	-	-
	Studstrup	350	245	250
프랑스	St Ouen, heat	125	125	140

주: 상기 발전설비는 전 세계 산업용 목재펠릿 수요의 70% 이상을 소비함; 1) Globaldata 홈페이지, <https://power.globaldata.com> 참조
자료: 1) Hawking Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets—First Quarter 2017"

2) IEA(2017, 7), "Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017"

25) IEA(2017, 7), Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017

26) 영국정부는 2009년 신재생에너지실행계획(National Renewable Energy Action Plan, 2009)을 통해 2020년까지 최종에너지 소비 중 재생에너지 비중을 15%로 확대, 전력공급의 재생에너지원 비중(30%) 및 저탄소에너지원 비중(40%), 수송연료의 10%를 바이오매스로 충당하겠다는 목표를 수립한 바 있음. 에너지경제연구원(2017.7.10), 「세계 에너지시장 인사이트」 제17-23호, p.9 참조



여금 대규모 석탄화력 발전소를 목재펠릿 혼소 방식으로 개조하거나 바이오매스 발전소로 전환하도록 유도하였다.²⁷⁾ 영국 에너지·기후 변화부(UK Department of Energy and Climate Change)는 영국 중북부 Drax 발전소를 석탄에서 바이오매스로 전환함으로써 바이오매스 발전량(목재펠릿 포함)을 2014년 8,933Gwh에서 2014년 13,138Gwh로 47% 확대하였다.

Drax 발전소(설비용량 4GW, 발전기 6기)는 2013년에 발전기(6기) 중 1기를 바이오매스 설비(1.8백만 톤/년)로 전환하였고, 두 번째 발전기(4.5백만 톤/년)는 2014년에 전환하였다. 2014년 Drax 발전소에 투입된 목재펠릿은 미국 및 캐나다로부터의 수입량으로 공급하고 있다. 미국과 캐나다는 영국의 최대 목재펠릿 공급국가로 각각 영국 총수입의 61%, 19%를 공급

하였으며, 나머지 발트3국(10%), 포르투갈(9%) 등이 공급하고 있다.

아시아 지역에서는 2016년 일본의 목재펠릿 수요가 전년대비 37% 증가하였으며, 산업용 목재펠릿 수요는 전년대비 52% 증가한 35만 톤을 기록하였다. 일본은 후쿠시마 원전 사고 이후 재생에너지 전원을 확대하는 과정에서 목재펠릿 발전설비 증설을 추진하여 왔다. 또한, 2009년 “바이오매스활용촉진기본법(The 2009 Basic Act for the Promotion of Biomass Utilization)”과 2012년 7월 이후 시행된 재생에너지 보조금제도 등을 통해 재생에너지 생산 및 바이오매스 활용을 촉진하고 있다. 일본의 바이오매스 발전설비는 도쿄전력(Hitachinaka power station; 1GW), 간사이전력(Maizuru plant;

〈표 10〉 한국의 주요 석탄 혼소 및 목재펠릿 전용 발전설비

(단위: MW, 천 톤)

발전소	총 설비용량	바이오매스 용량	펠릿 소비량 (2016년)
하동 1-8호기	4,000	n.a	300
삼천포 1-6호기	3,360	n.a	270
영흥 1-6호기	5,220	n.a	250
태안 1-8호기	4,000	n.a	200
보령 1-8호기	4,000	n.a	190
당진 1-2호기	1,000	n.a	140
당진	100	30	130
군장 에너지	250	85	130
여수 2호기	340	n.a	100
영동 1호기	125	125	-

자료: 1) Hawkings Wright(2017), “The Outlook for Wood Pellets—First Quarter 2017”

2) IEA(2017.7), “Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017”

27) 에너지경제연구원(2017.6.3), 「세계 에너지시장 인사이트」 제16-20호, pp.11~12 참조



1.8GW), 오사카가스(Nakayama Nagoya 1호기; 149MW), Joban Joint Power(Nakoso plant; 1.7GW), Soma Kyodo Power(Shinchi coal plant; 2GW), Showa Shell Sekiyu(Kanagawa 바이오매스 발전소; 49MW) 등이 있다. 오사카가스의 Nakayama Nagoya 2호기(110MWe)는 2017년 가동 예정으로 건설되고 있다.

한국의 목재펠릿 소비규모는 2016년 190만 톤 수준이며, 그 중 산업용 목재펠릿 소비량은 170만 톤으로 약 89.5%를 차지하였다.²⁸⁾ 한국은 2012년 신재생에너지 의무할당제도(RPS) 도입 이후 발전부문에서 바이오매스(목재펠릿) 수요가 증가하고 있다. 목재펠릿 소비는 2009년 이후 점증하여 2014년 173.7만 톤까지 상승하였으나, 유가하락과 이상기후로 인한 기온상승으로 인해 2015년 일시적으로 축소된 바 있다.²⁹⁾

2017년 7월 1일, 영동화력 발전소 1호기(125MW)는 한국의 최초·최대 규모의 목재펠릿 전소발전소로 전환되어 운영을 시작하였다.

5. 목재펠릿 산업의 비용 구조 및 가격

가. 목재펠릿 생산·공급 비용 구조³⁰⁾

목재펠릿의 생산비용은 크게 원료비, 생산비, 수송·공급비로 구성되며, 그중 원료비 > 생산비 > 수송·공급비 순의 비용구조를 가지고 있다. 미국산 수출용 목재펠릿의 경우 생산비용 요소별 구성비는 원료비(52.1%), 생산비(39.0%) 수송·공급비(8.9%) 등으로 분석되고 있다.

〈표 11〉 미국산 목재펠릿의 생산비용* 분석(2013년 기준)

비용 항목	비용(\$/t)	비중(%)
원료(feedstock) 비용	64.00	52.1
생산 비용	47.91	39.0
고정비	27.91	22.7
변동비	20.00	16.3
수송·공급 비용	11.00	8.9
직접생산비	122.91	100.0
수출가격(가격(\$/t, FOB 기준)	155	
- 총이익률(%)	20.7	

주: 수출용(미국→유럽) 목재펠릿의 생산을 가정한 예상 비용임.

자료: U.S. Endowment for forestry and communities(2013.3), p.26

28) 투데이에너지(2016.9.26), “위기의 펠릿산업”

29) 투데이에너지(2016.9.26), “위기의 펠릿산업”

30) 목재펠릿 생산·공급비용 구조는 국가마다 상이한 구조를 가지나, 본 분석에서는 미국의 비용구조를 대표적으로 제시하는 것으로 같음하고자 함.



나. 목재펠릿 공급가격

목재펠릿의 공급가격은 국가별 수급 여건에 따라 상이하며, 동일한 국가 내에서도 내수용과 수출용 가격이 차별화되어 있다. 수출용 목재펠릿은 내수용 목재펠릿 보다 낮은 가격으로 거래되고 있는데, 이는 수출용 목재펠릿의 경우 장기 공급거래 계약을 통해 대량 공급되는 경향이 있기 때문이다.

내수용 목재펠릿의 가격은 원료의 재고수준 및 계절적 수요 변동 등에 의해 결정되는 경향을 가지며, 수출용 목재펠릿의 가격은 동일 상품이라 하더라도 계약자

간 거래조건(상품의 물량, 인도조건, 포장방법 등)에 따라 다르게 결정되고 있다. 예를 들어 미국산 수출용 목재펠릿(고밀도바이오매스)의 가격은 수출지(계약자)에 따라 톤당 155~175달러의 가격분포를 보이며, 톤당 약 20달러의 가격 차이를 나타내고 있다.

주목할 점은 발틱3국의 목재펠릿의 수출가격은 115~124€/톤(2016년) 수준을 기록하고 있으나, 주요 소비국의 내수가격은 200€/톤 내외 순으로 수출가격과 내수가격에 매우 큰 마진이 존재한다는 점이다. 이는 발틱3국의 목재펠릿 생산·수출을 지속적으로 유발할 경제적 유인으로 작용할 것으로 판단되고 있다.

〈표 12〉 주요 선도국들의 목재펠릿 가격

국가	가격지표		비고		
미국	내수용	수출용	1) 1포대(bagged package) 중량= 40lb (18,14kg) 2) 고밀도바이오 매스 (densified biomass fuel): wood pellets, briquettes, logs 3) FAS 인도조건: Free-Alongside-ship 4) 유럽ARA 지역: Amsterdam, Rotterdam, Antwerp		
	• (\$/톤) 275~385 • (\$/포대¹⁾) 5,0~7,0 ※ 목재펠릿 상품등급은 크게 2가지 (standard, premium) • 고밀도바이오매스²⁾(내수용): (\$/톤) 145~160	• (\$/톤) 155~175 - CIF 조건 • (\$/톤) 140~155 - FOB 또는 FAS³⁾ 조건 ※ 주로 유럽ARA⁴⁾에 수출 • 고밀도바이오매스²⁾(수출용): (\$/톤) 125~150			
	기준 연월	내수용 평균가 (\$/톤)		기준 연월	수출용 평균가 (\$/톤)
	2017.1	157.27		2017.1	148.49
	2017.2	155.07		2017.2	134.85
	2017.3	148.71		2017.3	139.12
	2017.4	145.61		2017.4	127.98
자료: EIA, 각주참조 ³¹⁾		자료: EIA			

31) EIA 홈페이지, <https://www.eia.gov>(검색일 : 2017.7.18)



〈표12 계속〉

국가	가격지표	비고																																			
캐나다	수출용																																				
	• (CAN\$/톤) 150~180 - FOB 조건, 2015년 수출용 목재펠릿 가격 • (CAN\$/톤) 210~280 - 미국 수출용 포대(40파운드(18.14kg)) 포장 시 톤 당 가격																																				
	〈수출용 가격(CAN\$/톤)〉																																				
	<table><tr><th>구분</th><th>2012</th><th>2013</th><th>2014</th><th>2015</th></tr><tr><td>평균</td><td>152.10</td><td>158.56</td><td>168.55</td><td>174.90</td></tr><tr><td>영국</td><td>147.11</td><td>145.84</td><td>152.38</td><td>157.80</td></tr><tr><td>미국</td><td>209.78</td><td>211.32</td><td>232.53</td><td>278.02</td></tr><tr><td>이탈리아</td><td>167.87</td><td>182.67</td><td>188.53</td><td>172.07</td></tr><tr><td>일본</td><td>148.69</td><td>164.19</td><td>181.17</td><td>171.61</td></tr><tr><td>한국</td><td>220.17</td><td>159.66</td><td>149.62</td><td>170.17</td></tr></table>	구분	2012	2013	2014	2015	평균	152.10	158.56	168.55	174.90	영국	147.11	145.84	152.38	157.80	미국	209.78	211.32	232.53	278.02	이탈리아	167.87	182.67	188.53	172.07	일본	148.69	164.19	181.17	171.61	한국	220.17	159.66	149.62	170.17	
	구분	2012	2013	2014	2015																																
평균	152.10	158.56	168.55	174.90																																	
영국	147.11	145.84	152.38	157.80																																	
미국	209.78	211.32	232.53	278.02																																	
이탈리아	167.87	182.67	188.53	172.07																																	
일본	148.69	164.19	181.17	171.61																																	
한국	220.17	159.66	149.62	170.17																																	
자료: Statistics Canada를 IEA(2017)에서 재인용, 각주참조 ³²⁾																																					
스웨덴	내수용																																				
	• 2007~2015년 내수용 목재펠릿 가격변화(VAT 25% 미포함)																																				
	(단위: €/톤) <table><thead><tr><th>Year</th><th>bulk</th><th>bag</th></tr></thead><tbody><tr><td>2007</td><td>205</td><td>205</td></tr><tr><td>2008</td><td>195</td><td>195</td></tr><tr><td>2009</td><td>200</td><td>205</td></tr><tr><td>2010</td><td>230</td><td>230</td></tr><tr><td>2011</td><td>235</td><td>240</td></tr><tr><td>2012</td><td>235</td><td>225</td></tr><tr><td>2013</td><td>235</td><td>230</td></tr><tr><td>2014</td><td>225</td><td>225</td></tr><tr><td>2015</td><td>215</td><td>220</td></tr></tbody></table>	Year	bulk	bag	2007	205	205	2008	195	195	2009	200	205	2010	230	230	2011	235	240	2012	235	225	2013	235	230	2014	225	225	2015	215	220						
Year	bulk	bag																																			
2007	205	205																																			
2008	195	195																																			
2009	200	205																																			
2010	230	230																																			
2011	235	240																																			
2012	235	225																																			
2013	235	230																																			
2014	225	225																																			
2015	215	220																																			
자료: IEA(2017)																																					

32) Canada Statistics 홈페이지, <http://www.statcan.gc.ca>(검색일: 2017.7.18)



〈표12 계속〉

국가	가격지표	비고
독일	내수용	5) feedstock 부족으로 계절차 발생
	• 2003~2015년 내수용 목재펠릿 가격변화 추이(VAT 미포함) • 연평균 가격에서 여름 4% ↓, 겨울 4% ↑ 계절차 발생⁵⁾ (단위: €/톤) 자료: C.A.R.M.E.N; DEPI를 IEA(2017)에서 재인용, 각주참조³³⁾	
오스트리아	내수용	6) ISO 17225-2, ENplus 기준 A1등급 대상 - 2006년 1월 가격을 100으로 고정
	• (월간)가격지표: PPI06⁶⁾ 운영 • 2001~2015년 내수용 가격변화 추이(VAT 10~13% 포함) (단위: €/톤) 자료: proPellets자료를 IEA(2017)에서 재인용, 각주참조³⁴⁾	

33) DEPI 홈페이지, <http://www.depi.de>(검색일 : 2017.7.18); C.A.R.M.E.N 홈페이지, <https://www.carmen-ev.de/> (검색일 : 2017.7.18)

34) proPellets Austria 홈페이지, <http://www.propellets.at/en/pellet-price>(검색일 : 2017.7.18)



〈표12 계속〉

국가	가격지표	비고
덴마크	내수용	7) CHP용 대량 · 장기 공급가격은 150€/톤보다 더 낮을 것으로 추정
	• 2001~2015년 내수용 목재펠릿 가격변화 추이 (파랑: 가정 · 상업용, 주황: 산업용⁷⁾) (단위: €/톤) 자료: IEA(2017)	
발틱3국 ⁸⁾	내수용	8) 라트비아, 에스토니아, 리투아니아
	• (€/톤) 150 - ENplus A1등급 평균가	
베트남	수출용	9) 수출량 구성 한국: 98%, 일본: 2%
	• (€/톤) 115~124 - FOB 조건(2016년) - 거래조건에 따라 상이	
베트남	수출용	9) 수출량 구성 한국: 98%, 일본: 2%
	• (€/톤) 90 - 한국 · 일본⁹⁾ 공급가격(2016년)	

주: (2017.8.23 환율기준, 1캐나다달러(CAN\$)=0.79달러(\$), 1유로(€)=1.18달러(\$))

자료: IEA(2017), "Global Wood Pellet Industry and Trade Study"

6. 목재펠릿 시장 변화 요인

가. 공급측면 시장 변화요인

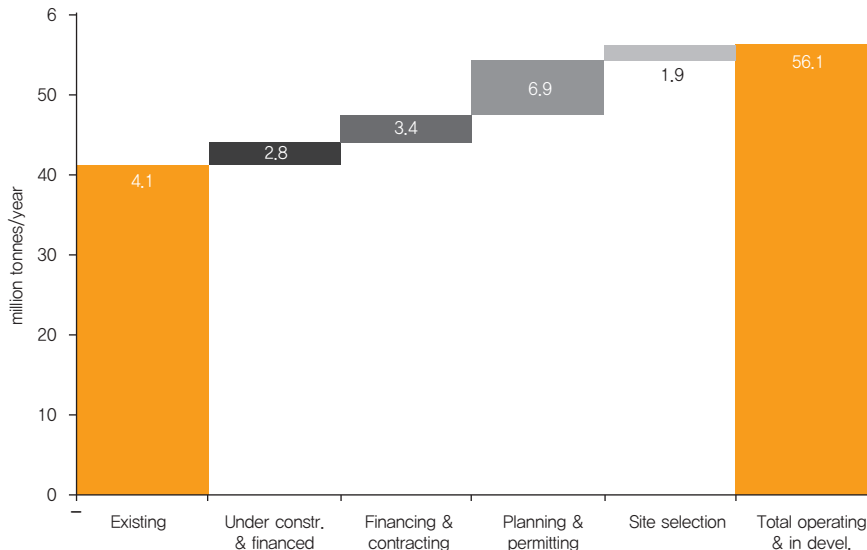
2017년 현재 기준 세계 주요 생산국의 목재펠릿 공급능력은 잉여설비를 보유하고 있는 상황으로, 향후 생산설비 증설은 목재펠릿의 가격 수준 및 수출수요 확보 여부에 의해 결정될 것으로 판단되고 있다. 공급능

력 확충은 풍부한 목재펠릿 자원(Feedstock)을 보유하고 있는 국가들 중심으로 이루어질 것이며, 이에 미국, 캐나다, 발틱3국 등의 목재펠릿 공급능력 확충 여부가 공급측면에서 주목해야할 요소로 판단되고 있다. 특히, 장기계약에 기초한 안정적 수요처 확보가 이들 주요 생산·수출국가의 공급능력 확충에 중요한 결정요인이 될 것으로 보인다.

2017년 6월 현재, 세계 주요 생산·수출 국가에서



[그림 4] 세계 목재펠릿 생산 설비 규모(2017.1분기)



자료: Hawkings Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets-First Quarter 2017," p.73

개발이 추진되고 있는 목재펠릿 생산설비 중에서 계획·인허가(Planning & Permitting) 중인 설비규모는 690만 톤/년에 이르고 있다. 또한 “재원조달·계약(Financing & Contracting) 및 재원확보·건설 중(Under constr·financed)”인 설비규모도 620만 톤/년에 이르고 있다. 한편, 생산설비 증설을 위한 부지 선정 단계에 있는 설비규모도 주요 생산국가에 걸쳐 190만 톤/년에 달하고 있다. 신규 증설이 추진되고 있는 생산설비는 주로 미국에서 추진되고 있으며, 특히, 미국 남대서양(South Atlantic)과 중남부(South Central) 지역의 설비 증설 규모가 세계 목재펠릿 생산능력을 크게 증대시킬 것으로 전망되고 있다. 이에 따라 향후 목재펠릿의 공급역량 확충여부는 우선적으로 미국과 캐나다 등의 북미지역 국가에 의해 결정될 것으로 판단된다.

나. 수요측면 시장변화 요인

향후 목재펠릿 수요는 각 국가의 신재생에너지 보급·확대 정책기조에 의해 규모가 설정될 것으로 판단되고 있다. 영국을 비롯한 EU국가의 산업용 목재펠릿 수요는 꾸준히 증가하여 2020년 정점에 이를 것으로 전망된다. 그러나 2020년대부터 일본과 한국에서 수요가 크게 증가하여 산업용 수요는 지속적으로 증가할 전망이다. 일본과 한국은 자국의 바이오매스 발전설비 증설계획에 따라 2020년부터 세계 산업용 목재펠릿 수요 증가를 주도할 것으로 보인다.

목재펠릿 난방용 수요는 주로 EU국가를 중심으로 안정적인 증가추세를 시현할 것으로 전망되고 있다. 난방용 목재펠릿 수요는 2015년 1,530만 톤 규모에서 2020년까지 1,810만 톤 규모로 다소 높은 증가율을 보이다가, 이후 2026년까지 완만한 증가추세를 보일 것으로 전망되고 있다.

영국은 기존 석탄발전을 바이오매스 발전으로 전환



<표 13> 주요 국가별 산업용 목재펠릿 수요 전망(~2021년)

(단위: 천 톤)

국가	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
영국	4,700	6,800	6,400	7,000	8,700	9,100	9,900	10,000
네덜란드	200	-	-	200	1,900	2,900	3,500	3,500
덴마크	1,400	1,400	1,450	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100
벨기에	550	1,100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
프랑스	-	100	100	200	300	300	400	600
핀란드	10	100	160	250	300	500	500	500
폴란드	300	400	500	500	500	500	500	500
스웨덴	1,300	1,100	1,200	1,500	1,600	1,600	1,600	1,600
기타 EU	150	200	200	300	350	400	500	500
캐나다	40	100	100	100	100	100	100	100
일본	100	230	350	620	900	1,400	1,750	2,500
한국	1,900	1,400	1,700	2,300	2,700	2,800	3,300	3,900
중국	50	50	100	100	500	1,000	1,500	2,000
기타 아시아	50	50	100	100	300	300	500	500

자료: Hawkings Wright(2017), The Outlook for Wood Pellets-First Quarter 2017

<표 14> 주요 EU 국가 난방용 목재펠릿 수요 전망(~2021년)

(단위: 백만 톤)

국가	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
영국	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
스웨덴	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
덴마크	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
오스트리아	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1
프랑스	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3
독일	2.0	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
이탈리아	3.0	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5
기타 EU	1.7	2.1	2.3	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1
EU 28개국	9.8	9.8	10.4	11.1	11.6	12.1	12.6	13.1	13.4

자료: Hawkings Wright(2017), The Outlook for Wood Pellets-First Quarter 2017



(Drax Unit1, Lynemouth)하거나 신규 바이오매스 발전소를 건설(Tilbury, MGT 열병합발전)하는 프로젝트를 추진하고 있다. 정부는 2013년부터 차액정산계약(CfD) 경매를 도입·추진하는 한편, 재생에너지 의무 할당제(RO)를 점차 축소하여 2017년 3월 31일부로 RO를 완전 폐지하였다. 1차 바이오매스 프로젝트 CfD 경매(2015.2)에 이어 제2차 경매(2017.4.2.~4.21)가 개최되었으며, 2차 경매 규모는 150MW(£7,000만, \$9,010만), 바이오매스 열병합발전 CfD 권리행사가격

은 £115(\$148)/MWh로 책정된 바 있다.³⁵⁾ 영국의 발전부문 脫석탄 전원구조 조정은 향후 목재펠릿 수요의 지속적 증가를 암시하고 있으며, 영국의 수입가격 지불능력 수준이 국제 목재펠릿 가격수준을 선도할 것으로 판단되고 있다.

덴마크는 2030년까지 전력공급 중 재생에너지 100% 달성, 2050년까지 1차에너지 공급을 재생에너지로 100% 충당하겠다는 목표를 수립·추진 중에 있다.³⁶⁾ 덴마크 최대 전력기업인 Dong Energy는 2023

〈표 15〉 영국의 주요 바이오매스 발전 프로젝트

프로젝트	가동개시	내용
Drax Unit 3 (석탄→목재펠릿)	2016년 가동 ¹⁾	• 2027년까지 CfD 권리행사가격 £100(\$130.3)/MWh 적용(EU 집행위 승인, 2016.12) • 설비용량 630MW
Lynemouth (석탄→목재펠릿)	2017년 상업가동, 2018년 풀가동 예정	• 체코 유틸리티 기업 Energeticky a prumyslovsky Holdings • 설비용량 390MW(전력망 연계) • 연간 2.3TWh 전력생산(70만 호 공급)³⁷⁾
Tilbury (신규 목재펠릿)	2017년 상업가동 예정	• 영국 유틸리티 기업 Tilbury Green Power • Tilbury 항 내 위치 • 설비용량 42MW, 연간 319GWh 전력생산(9.7만 호 공급)³⁸⁾ • 목재펠릿 수요 전망: 27만 톤/년
MGT 열병합발전 (신규 바이오매스)	2020년 상업가동 예정	• 영국 MGT Teesside • 설비용량 299MWe(60만호 전력공급 가능)³⁹⁾ • 목재펠릿, 목재칩을 연료로 사용

주: 1) Drax unit1은 2013년, unit2는 2014년부터 바이오매스 발전으로 전환 가동 중임

자료: 1) BNEF(2017.6.23.), "1H 2017 Global Biomass Market Outlook"

2) 에너지경제연구원(2016.12.26), 「세계 에너지시장 인사이트」, 제16-46호

3) Hawkins Wright(2016.9.20) 재구성

35) 기업에너지산업전략부(Department of Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)

36) Greenpeace(2014.10.27.), "Denmark's commitment to 100% renewable energy"

37) Power-technology.com 홈페이지, <http://www.power-technology.com/>(검색일: 2017.7.20)

38) Tilbury greenpower 홈페이지, <http://www.tilburygreenpower.com/>(검색일: 2017.7.20)

39) GazetteLive(2017.5.2), "MGT Power show off remarkable progress at £650m Teesside Renewable Energy Plant"



년까지 전원구성을 100% 脫석탄 구조로 전환하고, 발전연료의 80% 이상을 바이오매스로 전환할 계획이다. 덴마크의 바이오매스 전원확대 계획이 곧바로 세계 목재펠릿 수요 증가를 유발하지는 않을 것으로 판단되나, 목재펠릿의 역할 확대를 예시하고 있다. 한국은 석탄혼소 및 바이오매스 발전사업으로 총 7

〈표 16〉 덴마크의 주요 바이오매스 발전 프로젝트

프로젝트	가동개시	내용
Studstrup unit3 (바이오매스 열병합) ⁴⁰⁾	2016년 10월 상업가동 개시	• Dong Energy • 362MWe/513MWth(23만 가구 전력공급, 10.6만 가구 열공급) • 석탄화력 → 바이오매스(목재펠릿) 화력 전환
Lisbjerg (바이오매스 · 폐기물 열병합)	2016년 말 상업가동 개시	• 38MWe/78MWth • 1970년 폐기물 열병합발전소로 가동. 2016년 말 개보수 · 확장 작업을 완료. 바이오매스(스트로우, 목재칩) · 폐기물 연료로 전환 · 상업가동 중임.
Avedøre unit1 (바이오매스 열병합)	2016년 12월 상업가동 개시	• Dong Energy • 254MWe/359MWth(21.5만 가구 열공급) • 석탄화력 → 바이오매스(목재펠릿) 화력 전환
Skærbæk unit3 (바이오매스 열병합) ⁴¹⁾	2017년 가을 상업가동 개시 예정	• Dong Energy • 95MWe / 320MWth(20만 가구 열공급) • 1997년부터 가스발전소(전력100%)로 가동. 열병합발전(목재칩)으로 전환하여 발전효율 증대(49%→92%)를 추진 • 2017년 1분기에 상업가동 개시 예정이었으나, 2017년 하반기(가을)로 연기됨.

자료: BNEF(2017.6.23), 1H 2017 Global Biomass Market Outlook 재구성

개 프로젝트에 2,290MW (2017년 7월 현재 기준)를 계획하고 있으며, 대부분 2020년까지 완공될 예정이다. 계획된 발전설비는 석탄혼소 및 목재펠릿 전용 발전설비로 구성되어 있으며, 설비증설에 따른 목재펠릿 수요는 3,195천 톤/년에 이를 것으로 전망되고 있다. 이의 결과로 목재펠릿 수입수요는 2021년 390만 톤/년으로 확대될 것으로 전망되고 있다.

한편, 일본은 총 17GW 규모의 석탄화력 프로젝트

를 승인 · 건설 중에 있으며, 이들 프로젝트에 초초임계(ultra-supercritical, USC) 기술을 도입하는 한편, 초초임계 기술(USC) 적용이 불가한 소규모 발전소를 대상으로 석탄 · 바이오매스 혼소발전 방식을 도입할 예정이다. 2030년까지 총 발전량(1,065TWh)에서 목질계 바이오매스 발전비중이 3.7~4.6%에 이를 것으로 전망되고 있다.⁴²⁾ 발전전망에 기초한 바이오매스 발전설비 증설 규모는 2GW(연간 발전량

40) Dong Energy 홈페이지, <http://www.dongenergy.com/en>(검색일 : 2017.7.19)

41) Dong Energy(2015.5.4), "Skærbæk Power Station getting one step closer"

42) Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan(2015), "Japan's Energy Plan"



15.3TWh)에 이르고 있다. 일본의 목재펠릿 수입 규모는 2015년 폭발적으로 증가한 바 있으며, 발전설비 증설이 예정대로 완료될 경우, 수입규모는 2021년 250만 톤/년 수준으로 증가하여 2015년 대비 11배 수준으로 아시아지역에서 새로운 대수요처로 부상할 것으로 보인다. 2017년 현재까지 아시아 지역에서는

한국과 일본이 주요 목재펠릿 수입국가로 역할하고 있으나, 중국의 목재펠릿 수요가 2015년 5만 톤/년 수준에서 2021년 200만톤/년 수준으로 크게 증가할 것으로 전망되고 있어 수요측면에서 새로운 변화요인으로 작용할 전망이다.

〈표 17〉 한국의 바이오매스 발전사업 프로젝트 추진 내역(2017.1분기 현재)

지역	운영사	총 설비용량 (MW)	목재펠릿 수요 (천 톤/년)	진행 단계 (예정 가동일)
삼척	KOSPO	2,000	350	건설 중(2018년)
영주	KOWEPO	40	185	예정(2019년)
군장	KOMIPO Gunsan Biopower	200	800	건설 준비중(2020년)
삼척	KOSPO	100	400	예정(2020년)
영동	KOEN	200	660	예정(2020년)
광양	Hanyang /KHNP	220	500	예정(2020년)
미확정	GS Energy	230	300	예정(2020년)

자료: Hawkings Wright(2017), "The Outlook for Wood Pellets—First Quarter 2017"

7. 시사점

세계 각국은 온실가스 배출감축 노력의 일환으로서 청정에너지원 보급 확대에 주력하고 있으며, 이에 청정연료로 인식되고 있는 목재펠릿의 수급역량이 주목되고 있다. 세계적으로 목재펠릿 생산·수출 및 무역규모는 지속적으로 증가하고 있으나, 목재펠릿 수요국가들은 안정적인 수입선 확보에 주력하고 있는 반면, 수출국들은 생산설비 확충 및 수요처 확보에 주력하고 있다. 세계 각국이 추진하고 있는 신재생에너지 보급·확대정책과 발전부문의 청정전력 공급의무화(RPS제도

도입)를 추진함에 따라 목재펠릿 혼소·전소 발전설비 확충이 추진되고 있기에 목재펠릿 시장에 변화가 초래되고 있다.

세계적으로 목재펠릿의 공급은 유럽지역과 북미 국가들이 주도하고 있으며, 목재펠릿의 소비는 영국, 네덜란드 등 EU국가들이 주도하고 있다. 생산설비 확충 능력은 풍부한 산림자원을 보유하고 있는 미국과 캐나다 등이 보유하고 있는 반면, 주요 수요국가는 청정전력 공급을 의무화 하거나 脫석탄 전원구조 조정을 시도하고 있는 국가들에서 부각되고 있다.

현재 세계 목재펠릿 시장은 공급능력이 수요규모를



초과하고 있으며, 설비능력 증설로 공급 여유가 존재하고, 국내 가격이 수출가격에 비하여 월등히 높은 차별적인 구조를 시현하고 있다. 한편, 수요측면에서는 목재펠릿 혼소·전소 발전설비가 크게 부각되지 않은 상황이며, 他에너지원 연료에 비하여 상대적으로 높은 가격구조로 인해 현재 수요가 급격히 증가해 공급부족을 야기시킬 가능성은 극히 낮다.

한편, 세계 주요국이 脫化石에너지 중심으로 전원구조를 지속적으로 개편할 경우, 목재펠릿을 발전용 연료로 활용할 유인은 점점 확대될 것으로 판단된다. 우리나라를 비롯한 주요 수요국가들은 향후 안정적인 목재펠릿 조달을 위해서는 목재펠릿 공급이 산림자원을 기반으로 하는 소수의 생산·수출가능 국가에 의존할 수밖에 없다는 점을 직시하여 공급선을 확보해야 하며, 장기계약에 기초한 거래방식에 따라 연차별 목재펠릿 확보방안을 강구해야하며, 목재펠릿 생산·공급과정에서 규모의 경제가 작용한다는 점을 인식하여 도입물량 결정과 도입가격 결정에서 전략적인 접근이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 에너지경제연구원, 「세계 에너지시장 인사이트」, 제 17-25호, 2017.7.24
- _____, 「세계 에너지시장 인사이트」, 제 17-23호, 2017.7.10
- _____, 「세계 에너지시장 인사이트」, 제 16-46호, 2016.12.26
- _____, 「세계 에너지시장 인사이트」, 제 16-21호, 2016.6.10
- 투데이에너지, “위기의 펠릿산업,” 2016.9.26

〈외국 문헌〉

- AEBIOM, AEBIOM Statistical Report 2016: European Bioenergy Outlook, 2016.10.20
- BNEF, 1H 2017 Global Biomass Market Outlook, 2017.6.23
- Canadian Biomass, Global pellet market outlook in 2017, 2017.1.5
- Coford, Review of worldwide standards for solid biofuels, 2016
- Dong Energy, “Skærbæk Power Station getting one step closer,” 2016.5.4
- ENplus, ENplus Handbook Version 3.0, 2015
- FAO, “Wood production sees growth driven by housing and green energy markets,” 2016.12.14
- GazetteLive, “MGT Power show off remarkable progress at £650m Teesside Renewable Energy Plant,” 2017.5.2
- Greenpeace, “Denmark’s commitment to 100% renewable energy,” 2014.10.27
- Hawkings Wright, The Outlook for Wood Pellets – First Quarter 2017, 2017
- _____, “The global outlook for wood pellet markets,” 2016.9.20
- IEA, Global Wood Pellet Industry and Trade Study 2017, 2017.7
- ITA, 2016 Top Markets Report Renewable Fuels, 2016.11
- Ministry of Economy of Japan, Trade and Industry of Japan, Japan’s Energy Plan, 2015



NREL, International Trade of Wood Pellets,
2013.5

PFI, PFI Pellet Fuel Standards: What Retailers
Need to Know, 2011

U.S. Endowment for forestry and communities,
The Wood Pellet Value Chain: An
economic analysis of the wood pellet
supply chain from the Southeast United
States to European Consumers, 2013.5

WPAC, Why Canada is a Great Sourcing Option
for Wood Pellets, 2017.5.15

〈웹사이트〉

Canada Statistics 홈페이지, <http://www.statcan.gc.ca>

C.A.R.M.E.N 홈페이지, <https://www.carmen-ev.de/>

DEPI 홈페이지, <http://www.depi.de>

Dong Energy 홈페이지, <http://www.dongenergy.com/en>

EIA 홈페이지, Densified Biomass Fuel Report,
<https://www.eia.gov>

FAO STAT 홈페이지, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>

Global data 홈페이지, <https://power.globaldata.com>

Power-technology.com 홈페이지, <http://www.power-technology.com/>

proPellets Austria 홈페이지, <http://www.propellets.at/en/pellet-price>

Tilbury greenpower 홈페이지, <http://www.tilburygreenpower.com/>