

한국과 IEA 에너지밸런스 표의 비교 분석연구 (2009년도를 중심으로)[†]

손중찬* · 김수덕**

요약: 현행 국가통계인 에너지밸런스 표는 우리나라 에너지 부문의 현황파악의 기초지표임에도 불구하고 IEA 기준의 에너지밸런스 표와 체계 및 수치상의 큰 차이가 있다는 선행연구를 근거로, 본 연구에서는 서로 다른 통계체계를 갖는 2009년 에너지경제연구원(KEEI) 기준의 에너지밸런스 표와 국제에너지기구(IEA) 기준의 에너지밸런스 표의 비교를 위한 기초적인 틀을 마련하고, 그 구체적인 차이를 백분율 값으로 비교 분석하여 보았다. 에너지원별, 세부 용도별로 그 구체적인 차이를 산정해 본 결과, 1차에너지공급과 에너지전환에서 에너지유가 32% 이상의 큰 차이가 나타났고, 최종에너지소비에서는 비에너지의 납사가 석유·화학에서 14.58%의 차이를 보이고 있는 등 최종에너지소비 기준으로 KEEI 에너지밸런스 통계가 IEA 통계에 비해 3.58% 크게 나타남을 확인하였다. 에너지통계는 이를 기반으로 하는 연구 및 정책 결정에 중요한 기초자료가 된다는 점에서 추가 연구와 개선을 위한 대책 마련이 필요해 보인다.

주제어 : KEEI, IEA, 에너지통계, 에너지밸런스

JEL 분류 : Q49

접수일(2014년 8월 18일), 수정일(2014년 12월 2일), 게재확정일(2015년 3월 13일)

[†] 자료 비교상 저자들이 미처 확인하지 못한 중요한 내용을 지적해 주신 익명의 심사위원님들께 깊은 감사드립니다.

* 이주대학교 에너지시스템학부 석사, 제1저자(e-mail: saigo07@naver.com)

** 이주대학교 에너지시스템학부 교수, 교신저자(e-mail: suduk@ajou.ac.kr)

Comparative Analyses of Korean Energy Balance Tables from KEEI and IEA (in 2009)

Joongchan Sohn* and Suduk Kim**

ABSTRACT : Referring to many previous research on the statistical differences in the figures of energy balance table between that of KEEI and IEA, a study is conducted to provide with a framework for proper comparison, followed by the actual calculation of the differences. Major differences are found for energy oil with its size of over 32% differences in primary energy supply and in energy transformation sectors. In final energy consumption sector, naphtha consumption for petro-chemical industry shows 14.58% differences. Overall final energy consumption figure of KEEI after its adjustment to net calorific value as is the case of that of IEA is 3.58% larger than that of IEA. Considering the fact that energy balance table provides the basic information for the understanding of energy sector, further studies seem to be necessary for proper adjustment of current status.

Keywords : KEEI, IEA, Energy statistics, Energy balance tables

Received: August 18, 2014. Revised: December 2, 2014. Accepted: March 13, 2015.

* M.A., Department of Energy Studies, Division of Energy System Research, Ajou University(e-mail: saigo07@naver.com)

** Professor, Department of Energy Studies, Division of Energy System Research, Ajou University(e-mail: suduk@ajou.ac.kr)

I. 서론

KEEI¹⁾ 기준 현행 에너지통계는 선행연구들로부터 체계 면에서 올바른 국가 에너지 흐름을 반영하기엔 미흡하다는 지적을 받고 있다. 또한, 국제적으로는 현행 통계의 분류체계가 IEA²⁾ 기준 에너지통계와는 달라, IEA로부터 기준에 맞는 통계의 제공 요구를 늘 받고 있다. 이에 따라 최근에는 KEEI 기준의 에너지밸런스 통계와 IEA 기준의 차이점을 줄이기 위한 연구가 진행되어, 2008년에는 에너지통계의 작성 등에 관한 규정을 고시화하여 국내외 에너지수급 통계작성에 대한 국제적 기준이 마련된 바 있다. 하지만 공급통계를 중심으로 작성되고 있으며 에너지 공급기관 간의 통계작성 대상의 일부 중첩, 세부 수요통계가 미흡하다는 점을 지적받고 있다. 또한, IEA 통계 기준에 비추어 여전히 에너지 흐름 반영이 미흡한 점, 에너지전환에서 자가 부문, 석유정제과정 분류기준이 모호한 점, IEA 에너지원 분류기준과의 상이함, 정부기준 열량환산 기준이 모호하다는 점 등의 여러 문제점들을 지적받아 왔다.^{3),4)}

II. 선행연구 및 연구방향

최근 국가에너지수급통계에 대한 연구는 KEEI 기준 에너지밸런스의 문제점을 지적하고 이를 개선하기 위한 방향으로 진행되고 있다. 에너지밸런스에 대한 문제점 및 개선방안은 박태식(1996), 이성인(1999), 박태식(2004), 박태식 외(2004), 박태식 외(2006), 박희천(2006), 박태식(2007), 박태식(2009)에서 논의되어 왔다. 특히, 이들 선행연구 중에서 박태식 외(2004), 박태식 외(2006), 박희천(2006)은 에너지밸런스 개정통계를 제시하고 있다. 이 세 연구를 자세히 살펴보면 다음과 같다. 박태식 외(2004)에서는 에너지통계의 현황과 원별통계의 문제점 및 개선방안과 더불어 원별

1) 에너지경제연구원(Korea Energy Economics Institute)

2) 국제에너지기구(International Energy Agency)

3) 지식경제부·에너지경제연구원, 2009, 「국가에너지수급관리체계 구축을 위한 연구」, 제5장, pp. 49~56. 최종보고서.

4) 박희천, 2012. 3. 1, 「에너지밸런스 문제점」, 신재생에너지정책센터 세미나 발표자료.

및 종합에너지밸런스 작성방법을 소개하며 현행 조사체계의 문제점 및 방안에 대해 고찰하고 있다. 또한 5개년분(1999~2003년)의 에너지밸런스 개정통계를 현행 기준과 함께 제시하고 있는데, 2003년 개정통계의 경우 현행 기준과의 차감을 통한 비교도 서술하고 있다. 박태식 외(2006)에서는 16개년분(1990~2005년)의 에너지밸런스 개정통계를 제시하며 이에 대한 매뉴얼로서 통계체계, 작성방법 등을 기술하고 있다. 또한 조사체계의 정비방안 및 과제들을 제시하고 있다. 박희천(2006)은 국내 석유통계를 대상으로 문제점 및 방안과 개정통계의 작성방법 등에 대해서 서술하고 있다. 개정통계는 2004년 석유 부문의 개정통계를 제시하고 있으며, 동일 년도 현행 기준과 차감하여 비교 서술하고 있다.

지금까지의 선행연구에서는 현행 에너지통계에 대한 문제점과 개선방안 중심으로 서술해왔으며, 비교는 기준별 체계 등의 비교 및 현행 기준과 개정통계 기준을 차감 비교한 것이 있다. 그러나 현행 기준과 IEA 기준 에너지밸런스를 원별, 부문별로 정렬하고 수치상의 차이에 대해서 나타난 선행연구는 없었다. 따라서 본 연구는 국내외 에너지밸런스 통계관련 작성방법상 차이에 대한 선행연구들을 감안하여, KEEI 기준 에너지밸런스의 순발열량 기준 대비 IEA 기준 에너지밸런스를 비교하여 구조 및 수치 등에서 어떤 구체적인 차이가 나타나는지와 더불어 어느 에너지원 및 부문에서 차이가 크게 나타나는지 등을 고찰하였다. 이러한 점검과정의 결과가 향후 IEA 에너지밸런스 자료와 KEEI 에너지밸런스 자료와의 비교분석을 위한 중요한 기초자료로 이용되기를 기대한다.

III. 연구방법

1. 연구대상의 선정

현재 KEEI 에너지밸런스는 총발열량 기준이고, IEA 에너지밸런스는 순발열량 기준⁵⁾이다. IEA 에너지밸런스는 2009년분까지의 자료가 수록되어 있다. 2009년 이후의 연도별 자료는 고유단위, 열량단위 기준이 각각 IEA가 발간하는 Energy Statistics

5) 단, IEA에서 가스는 효율문제로 인해 총발열량 기준이다.

of OECD Countries와 Energy Balances of OECD Countries에 수록되어 있다.⁶⁾ 그러나 각 수록분은 하나의 단위 자료만을 수록하고 있으며, 항목 수도 고유단위, 열량단위 기준이 각각 61×31 , 60×11 로, 고유단위와 열량단위 자료가 함께 수록되어 있는 <표 1>의 IEA 2번 자료에 비해서 현격히 적다. 특히, Energy Statistics of OECD Countries에 수록된 고유단위 기준(IEA 3번 자료)의 경우, 적은 항목 수와 관련하여 일부 에너지원이 합산된 값으로 나타나고 있어, 환산계수 적용에 어려움이 있다. 원별 환산계수가 다르기 때문에 고유단위 기준 자료는 원별 값이 온전히 나타나 있어야 열량단위 기준으로 환산 가능하기 때문이다. 따라서 이러한 조건을 만족하는 IEA 기준의 가장 최근 년도로 2009년 자료를 분석의 기준 연도로 정하며, KEEI 에너지밸런스의 기준 연도도 IEA 기준과 동일한 2009년 자료를 선택하였다. KEEI 기준 에너지밸런스에서는, 2007년분부터 개정열량(신열량)이 적용되며, 순발열량 환산계수의 경우 에너지 열량 환산 기준⁷⁾에서 2007년 이후 자료만 마련되어 있다.⁸⁾ 본 연구에서는 KEEI 기준 에너지밸런스의 총발열량, 순발열량 기준과 IEA 밸런스를 비교한다. 이때, KEEI 에너지밸런스는 공식통계인 에너지통계연보(2013)에 수록된 2009년분을 이용한다. KEEI 기준의 순발열량 자료는 2006년 9월에 고시된 ‘에너지 열량 환산 기준 제5차’를 적용하여 계산한다. 에너지 열량 환산 기준은 2007~2011년 에너지밸런스에 적용되었으므로, 본 연구에서 사용되는 2009년분에 적용할 수 있다.^{9),10)}

6) IEA에서 발간한 2012년판에는 2009~2010년분, 2013년판에는 2010~2011년분의 고유단위 에너지밸런스가 수록되어 있다. 이때, 이들 자료 수록분의 최종년도분은 합산된 형태의 요약 에너지밸런스로 제공된다.

7) 에너지기본법 시행령 제15조 제1항 규정에 의거한다.

8) 순발열량 기준 자료는 2006년 이전의 자료는 없으며, 에너지 열량 환산 기준에서 다루지 않는 에너지원은 총발열량, 순발열량을 막론하고 자료가 마련되어 있지 않다.

9) 이후의 에너지 열량 환산 기준은 2011년 12월에 개정되었다.

10) 단, 파라핀왁스와 기타제품의 총발열량, 순발열량 환산계수는 정부 차원에서 마련되어 있지 않다(에너지 열량 환산기준에 없다). <부록 표 5> 참조.

<표 1> IEA 기준 에너지밸런스 보유자료

기준	번호	자료의 출처 및 형태	구조	수록년도	항목 수 (행 × 열)	
					고유단위	환산단위
IEA	1	IEA, Energy Balances of OECD Countries, 2011	개요	1971~2009년	자료 없음	72 × 15
	2*		세분화		100 × 66	93 × 65
	3	IEA, Energy Statistics of OECD Countries, 2011 (책자)	세분화	2008~2009년	61 × 31	자료 없음
	4	IEA, Energy Balances of OECD Countries, 2011 (책자)	개요	2008~2009년	자료 없음	60 × 11

주: IEA 1, 2번 자료에는 2010년까지의 에너지밸런스를 제공하나, 한국 데이터의 경우 2010년의 수치 대부분이 누락되어 있는 관계로 이용 가능한 2009년까지로 명시함.
IEA의 3, 4번 자료는 2014년판이 나온 상태이나, 본 연구로 이용하기로 한 2번 자료의 수록분 연도에 맞추어 정리함.

<표 2> KEII 기준 에너지밸런스 보유자료

기준	번호	자료의 출처 및 형태	수록 에너지밸런스 특징			
			구조	수록년도	단위	항목 수 (2007년 이후)
KEII	1	에너지경제연구원 (내부자료)	세분화	1981~2008년 (2009년 잠정)	고유, 환산	42 × 37
	2	에너지경제연구원 (내부자료, 개정안)	세분화	2008~2010년	고유, 환산	93 × 68
	3*	에너지통계연보 2013 (공식통계, 책자)	세분화	1990~2012년	환산	41 × 37
	4	KESIS 1 (공개)	개요	2001~2011년 (2012년 잠정)	고유, 환산	44 × 10
	5	KESIS 2 (공개)	세분화	1981~2011년 (2012년 잠정)	고유, 환산	39 × 29

상기의 <표 1, 2>에서 번호에 * 표시한 자료들이 본 연구에서 비교하는 각 기준의 에너지밸런스이며, 연구에는 석유환산톤(TOE) 단위 자료를 이용한다. 그러나 에너지통계연보 수록분에선 아래와 같이 공공기타 부문이 합산 값으로만 나타난다. IEA 기준의 경우, 상업과 공공 부문이 합산되어 있고, 기타 부문이 따로 분리되어

있으므로, 명확한 비교를 위해서는 KEEI 기준의 공공기타 부문이 공공과 기타로 분리되어 있는 자료가 필요하다. 분리된 자료는 <표 2>의 KEEI의 1번 자료에만 존재하므로, 이를 이용한다.

<표 3> KEEI와 IEA 기준의 가정상업 공공기타 부문 비교

KEEI 기준	IEA 기준
가정	가정
상업	상업공공
공공기타	기타
	농림업
	어업

용어의 뜻을 명확히 하기 위해, 편의상 자주 쓰는 용어를 다음과 같이 정의한다. 즉, 에너지밸런스에서는 에너지원이 열 방향으로 나타나므로 에너지원 항목을 ‘열 항목’이라 하고, 총 1차에너지공급, 에너지전환, 총 최종에너지소비 등과 같은 에너지 부문은 행 방향으로 나타나므로 ‘행 항목’으로 명시한다. 그리고 이들 행, 열 항목들 중에서 필수적으로 중요한 항목을 ‘주요’라고 칭하며, 이는 세부항목을 제외한 최상위 항목을 뜻한다. 에너지밸런스의 주요 열 항목은 8개의 에너지원인 ‘석탄, 석유, 가스, 수력, 원자력, 전력, 열, 신재생에너지 및 기타’이며, 주요 행 항목은 KEEI 기준에선 3개의 항목으로 ‘1차에너지공급, 에너지전환, 최종에너지소비’이고, IEA 기준으로는 5개로 ‘총 1차에너지공급, 이전, 통계오차, 전환과정, 자가소비, 손실, 총 최종에너지소비’가 있다.¹¹⁾ 또, KEEI 기준과 IEA 기준 자료를 함께 논할 때는 ‘기준별’이라고 한다. 기준별 자료들 간에 공통적으로 존재하여 서로 비교할 수 있는 항목은 ‘공통’이라고 하고, 하나의 기준에만 나타나거나, 또는 기준별로 동일한 항목임에도 불구하고 분류체계상 전혀 다른 항목 속에 속해있는 경우를 ‘비공통’이라 칭한다. 이때, 이러한 비공통 항목들이 기준별로 서로 대응될 수 있도록 기존의 항목들을 묶어 새로 제시하는 항목을 ‘통합’이라고 정의한다.

11) IEA 기준 행 항목의 합계 값들의 계산식은 ‘총 1차에너지공급 + 이전 + 통계오차 + 전환과정 + 자가소비 + 손실 = 총 최종에너지소비’임.

2. KEEI와 IEA 에너지밸런스 표의 구성 비교

KEEI 기준의 1차에너지공급 부문은 국내생산, 수입, 수출, 국제병커링, 재고증감, 통계오차로 구성되어 있다. 그러나 IEA 기준의 총 1차에너지공급 부문은 국내생산, 수입, 수출, 국제병커링, 재고증감으로, 통계오차는 포함되어 있지 않다. 통계오차는 IEA의 총 1차에너지공급뿐만 아니라 전환과정, 최종에너지소비 부문에도 포함되지 않는다. 이는 이전부문 (transfer) 항목도 동일하다. 이때, 이전 항목의 경우는 KEEI 기준에는 없는 비공통 항목이다. IEA 기준의 이전과 통계오차 값이 1차에너지공급 값에는 반영되지 않지만, <표 4>에서처럼 크기는 총 1차에너지공급 부문에 해당한다는 것은 에너지경제연구원(2012)¹²⁾을 참조한 것이다.

<표 4> 기준별 1차에너지공급 부문 행 항목 비교

KEEI 기준				IEA 기준			
번호	주요	세부1	세부2	번호	주요	세부1	세부2
1	1차에너지공급 (E_i^{pri}) (Primary Supply)			1	총 1차에너지공급 (I_i^{pri}) (Total primary energy supply)		
2		국내생산		2		국내생산	
3		수입		3		수입	
4			(석유생산)				-
5			(석유수입)				-
6		수출		4		수출	
7		국제병커링		5+6		국제병커링	
			-	5			국제해양병커링
			-	6			국제항공병커링
8		재고증감		7		재고증감	
9			연초재고				-
10			연말재고				-
11		통계오차		-			-
				8	이전 (I_i^{tr})		
				9	통계오차 (I_i^{sd})		

출처: 본 표의 좌측과 우측은 각각 KEEI의 에너지통계연보(2013), IEA의 Energy Balances of OECD Countries(2011)에 수록된 각 기준의 2009년도 에너지밸런스 항목을 가공 정리함. 우측 항목은 번역하여 정리한 것임.

주1: 표에서 주요, 세부1, 2는 세부항목을 포괄하는 정도임.

주2: 세부1, 2 항목 중 비공통인 항목, 항목명이 동일하지만 기준별로 다른 구성상에 위치해 있는 비공통 항목은 다른 색으로 음영 표시함.

주3: 본 표의 출처와 주1, 2는 이하 아래의 표의 경우도 마찬가지로 정리된 자료임.

12) 에너지경제연구원 에너지정보통계센터, 2012, 「에너지정보통계센터 출연사업 연구성과 발표회」.

IEA 기준의 전환 부문은 4개의 세부항목을 가진 KEEI 기준보다 매우 상세한 세부항목을 포괄한다. 즉, IEA 기준 전환 부문 항목들 중에는 비공통 항목이 많다. 그 예가 석탄전환과 기타전환으로, 이들 역시 IEA 기준에만 나타나는 비공통 항목이다. 또한 IEA 기준에서는 자가소비와 손실이 분리되어 있으며 IEA 전환과정에는 포함되어 있지 않다. 이것은 KEEI 기준의 자가소비 및 손실 항목이 에너지전환에 포함되어 있는 것과 차이점이다. IEA 기준의 자가소비 항목은 많은 세부항목을 포함한다. 그러나 손실 항목은 단일 항목이다. 이는 KEEI 기준의 관련 항목이 자가소비 항목과 손실 항목이 합쳐진 단일 형태의 자가소비 및 손실이라는 항목으로 있는 것과 대비된다.

IEA 기준의 총 최종에너지소비 부문은 앞서 살펴본 총 1차에너지공급, 전환과정 부문과는 다르게, 세부항목이 모두 부문 합계에 포함된다. IEA 기준의 비에너지 사용 부문은 KEEI 기준에 없는 비공통 부문이다. 최종소비의 세부항목에서도 KEEI와 IEA 기준상의 차이가 나타난다. KEEI 기준의 최종소비에서 산업 부문에 포함되는 농림어업 항목은 IEA 기준의 최종소비 합계 부문에서 기타 부문에 포함되는데, KEEI 기준과 정렬 가능한 세부항목은 기타 항목으로, IEA 기준에서는 이들 농림업, 어업과 기타 항목이 합산되어 KEEI 기준의 기타 부문과 정렬 가능하다. 또한 IEA 기준의 수송 부문에는 KEEI 기준의 관련 부문에는 없는, 파이프라인수송과 기타(수송)이 삽입되어 있다.¹³⁾

13) 열 항목을 기준별로 비교 정렬한 자료는 지면상 <부록 표 1~4> 참조.

〈표 5〉 기준별 에너지전환 부문 행 항목 비교

KEEI 기준				IEA 기준			
번호	주요	세부1	세부2	번호	주요	세부1	세부2
12	에너지전환 (E_i^{tra}) (Transformation)			10	전환과정 (I_i^{tra}) (Transformation processes)		
13	발전		11+12	발전			
		-	11	공공발전			
		-	12	자가발전			
14	지역난방		13~19 합	지역난방			
		-	13	공공열병합			
		-	14	자가열병합			
		-	15	공공열생산			
		-	16	자가열생산			
		-	* 17	열펌프			
		-	* 18	전기보일러			
		-	19	전기생산용 화학적 열			
15	가스제조		20	혼합천연가스용			
		-	21~25 합	석탄전환			
		-	21	고로			
		-	* 22	가스생산			
		-	23	코크스제조			
		-	24	특허연료생산			
		-	* 25	BKB생산			
		-	26~31 합	기타전환			
		-	26	정유공장			
		-	27	석유화학			
		-	* 28	석탄액화			
		-	* 29	가스액화			
		-	* 30	목탄생산			
		-	* 31	기타(전환)			
16	자가소비및손실			-	-		
			32	자가소비 (I_i^{om})			
			33	탄광	* 42	석탄액화	
			34	석유가스추출	43	LNG재가스화	
			35	고로	* 44	가스액화	
			36	가스생산	45	전력, CHP, 열의 자가소비	
			* 37	바이오가스의 가스화공장	46	양수발전	
			38	코크스생산	* 47	원자력산업	
			* 39	특허연료생산	* 48	목탄생산	
			* 40	BKB생산	* 49	기타(에너지)	
			41	정유			
			50	손실 (I_i^{ls})			

주: 번호에 *로 표시된 16개 항목은 IEA 에너지밸런스의 모든 연도에서 값이 0인 항목임

<표 6> 기준별 최종에너지소비 부문 행 항목 비교

KEEI 기준					IEA 기준					
번호	주요	세부1	세부2	세부3	세부4	번호	주요	세부1	세부2	세부3
17	최종에너지소비 (E_i^{fin}) (Final Consumption)					51	총 최종에너지소비 (I_i^{fin}) (Total final consumption)			
18	산업 부문					52	산업 부문			
19	농림어업					-	-			
20	광업					53	광업, 채석			
21	제조업					54~64	제조업			
22	음식, 담배					54	음식, 담배			
23	섬유, 의복					55	섬유, 가죽			
24	목재, 나무					56	목재생산			
25	펄프, 인쇄					57	종이, 펄프인쇄			
26	석유, 화학					58	석유화학			
27	비금속					59	비금속			
28	1차금속					60	1차금속			
29	비철금속					61	비철금속			
30	조립금속					62+63	조립금속			
						62	기계류			
						63	수송장비			
31+32	기타(제조업)					64	기타(산업)			
31	기타제조									
32	기타에너지									
33	건설업					65	건설업			
34	수송 부문					66	수송 부문			
35	철도운수					67	철도			
36	육상운수					68	도로			
37	수상운수					69	국내항해			
38	항공운수					70	국내항공			
-						71	파이프라인 수송			
-						72	기타(수송)			
추가	가정상업 공공기타 부문					73	기타 부문			
39	가정					74	가정			
40+공공	상업공공					75	상업공공			
41	기타					76	기타			
						77	농림업			
						78	어업			
-						79	비에너지 사용			
-						80	산업/전환/에너지의 비에너지사용			
-						81	수송의 비에너지사용			
-						82	기타의 비에너지사용			

3. 기준별 에너지밸런스 값의 비교

작성기준에 따른 수치상의 차이를 확인하기 위하여 2009년 KEEI와 IEA 기준의 에너지밸런스 차이를 살펴보고, 그 원인을 세부적으로 검토하고자 한다.

i 번째 KEEI 기준 고유단위 에너지를 E_i 라 하고, IEA 기준 고유단위 에너지를 I_i 라 하자. 또 주요 ‘행 항목’인 1차에너지공급(pri ; primary energy), 에너지전환(tra ; transformation), 그리고 최종에너지소비(fin ; final energy)를 각각 pri , tra , fin 으로 표시하고, I_i^{tf} 는 이전, I_i^{sd} 는 통계오차, I_i^{ou} 는 자가소비, I_i^{ls} 는 손실 항목을 나타낸다고 정의하면 상기의 표를 통해 KEEI와 IEA 에너지밸런스 표는 통계체계상 크게 다음과 같은 차이가 있음을 알 수 있다.

$$(최종에너지) = (1차에너지공급) + (에너지전환) \quad (1)$$

$$E_i^{fin} = (E_i^{pri}) + (E_i^{tra})$$

$$\begin{aligned} I_i^{fin} &= (I_i^{pri} + I_i^{tf} + I_i^{sd}) + (I_i^{tra} + I_i^{ou} + I_i^{ls}) \\ &\equiv (I_i^{PRI}) + (I_i^{TRA}) \end{aligned}$$

KEEI 기준 총발열량(gross calorific value) 환산계수 지표를 $r_{g,i}$, 순발열량(net calorific value) 지표를 $r_{n,i}$ 라고 하고, IEA 기준 순발열량 환산계수 지표는 KEEI 기준의 순발열량 지표 $r_{n,i}$ 와 구별하기 위해 $s_{n,i}$ 로 표기한다. KEEI기준 에너지원의 잠열을 $r_{d,i}$ 라 표시할 때, 잠열 $r_{d,i}$ 은 다음과 같은 관계를 갖는다.¹⁴⁾

$$r_{d,i} = r_{g,i} - r_{n,i} \quad (2) \quad r_{d,i}$$

한편, 기준별 에너지밸런스의 비교를 위해 J_i 를 KEEI 기준 총발열량 대비 순발열량 차이로 정의하면, J_i 는 다음의 식 (3)으로 구체화할 수 있다.

14) <부록 표 6~8>에 KEEI 기준의 각 발열량 환산계수 지표들과 IEA 기준의 환산계수 지표의 비교 표 참조

$$\begin{aligned}
 J_i &= \sum_i (r_{g,i}E_i - r_{n,i}E_i) & (3) \quad J_i \\
 &= \sum_i (r_{g,i} - r_{n,i})E_i \\
 &= \sum_i r_{d,i}E_i \geq 0
 \end{aligned}$$

위 식 (3)은 총발열량 기준의 합이 항상 순발열량 기준을 넘어서는 것을 단순하게 식으로서 표시한 것이다. i 번째 에너지원에 대해, 순발열량 기준 KEEI 에너지밸런스 값 ($r_{n,i}E_i$)과 해당 IEA 순발열량 기준 값 ($s_{n,i}I_i$)과의 차이를 L_i 라 정의하면,

$$L_i = r_{n,i}E_i - s_{n,i}I_i \quad (4) \quad L_i$$

관계로 표시된다.¹⁵⁾ 그런데, 이렇게 계산된 차이는 절대값으로 표시하여 해당 부문에서 이 차이가 차지하는 크기가 어느 정도인지를 상대적인 크기로 이해하는 것이 중요하다. 따라서

$$r(\%) = \frac{L_i}{\sum_i s_{n,i}I_i} \times 100 \quad (5)$$

와 같이 r 을 정의하면, 기준별 차이를 상대적 크기로 비교가 가능하다. 그런데, 문제는 1차에너지공급 통계에서 이미 IEA와 KEEI 값이 차이를 보이고 있다는 점이 본 연구의 시작이라는 점을 감안한다면, 또, 해당 L_i 값이 어느 주요 ‘행 항목’ 상에서 발생한 것인지에 따라서, 비교기준을 일정하게 함으로써 산정된 지표가 갖는 의미를 명확히 할 필요가 있다. 따라서 아래와 같이 비교기준을 1차에너지공급, 에너지 전환, 그리고 최종에너지로 달리하여 지표를 만들어 차이가 갖는 의미가 좀 더 명확해 질 수 있도록 한다.

15) 그러나, 두 기준의 주요 부문은 서로 대응되지 않아, 부문별로 비교할 수 없는 문제가 있음을 <표 4>와 <표 5>를 통해 확인할 수 있음.

$$r^{L_i}(\%) = \frac{L_i}{\sum_i s_{n,i} I_i^{PRI}} \times 100 \quad (6) \quad r^{L_i}$$

$$t^{L_i}(\%) = \frac{L_i^{tra}}{\sum_i s_{n,i} I_i^{TRA}} \times 100 \quad (7) \quad t^{L_i}$$

$$f^{L_i}(\%) = \frac{L_i^{fin}}{\sum_i s_{n,i} I_i^{fin}} \times 100 \quad (8) \quad f^{L_i}$$

여기서 L_i^{tra}, L_i^{fin} 은 식 (4)의 L_i 가 주요 ‘행 항목’ $k = \{tra, fin\}$ 에 속하는 경우를 감안, L_i^k 를 추가로 정의하였다. 다음 장에서는 상기의 지표들을 주요 부문별로 산정하고, 그 차이가 보여주는 특성을 살펴본다.

IV. 분석결과

본 연구에서는 2009년 기준별 에너지밸런스가 순발열량일 때의 차이와 비율을 살펴보았다.

먼저, 1차 r^{L_i} 를 살펴보면, 석유가 두드러지게 큰 것으로 나타났다. 가장 큰 차이가 나타나는 석유의 경우, IEA 기준이 10.58%의 차이가 나타났다.

통합 1차에너지공급 합계를 기준으로 한 전환 부문의 차이 비율인 r^{L_i} 를 살펴보면, 석유, 석탄, 전력, 열 순으로 크게 나타났으며, 이들의 전환 r^{L_i} 는 석유와 석탄이 5%대이며 전력, 열이 1%대의 차이 비율이 나타났다. 그러나 부문별 비교를 위해 통합 전환 부문 합계 값을 기준으로 한 t^{L_i} 를 살펴보면, 석유와 석탄이 14% 이상으로 각각 15.67%, 14.78%의 매우 큰 차이를 보이고 있으며, 전력 열도 각각 5.11%, 3.02%의 차이를 확인하였다. 추가로, 석유의 경우, 전환 부문 합계 값의 전환 r^{L_i} 를 보면 5.75%이나 t^{L_i} 의 경우 15.67%라는 높은 차이가 나타난다. 이는 그간 관련 선

행연구들에서 지적되어 온 전환 부문의 구조적 문제점에서 기인한 것으로 보인다. 박희천(2012)¹⁶⁾은 ‘KEEI 에너지밸런스 2006년 자료를 기준으로 전환 부문의 분류 기준이 모호함’을 지적하고 있다. 박희천(2012)에 따르면, ‘석유 부문의 타 산업 유입으로 인해 KEEI 에너지밸런스 상에서 천만 톤이 중복 기재되어 있으며, 전환투입의 비석유정제 부문 중 자가 부문(자가발전, 열병합발전 등)과 정제 부문의 자가소비 최종소비로 처리되고 있고, 증기 및 온수 공급이 최종소비로 간주’되는 문제점 등을 지적하고 있다. 실제로, 전환 부문의 항목을 비교해보면 IEA 기준의 실제 전환 과정이 21개의 세부항목을 포함하는 등의 매우 상세한 전환과정을 나타내는 반면, KEEI 에너지밸런스는 발전, 지역난방, 가스제조, 자가소비 및 손실의 항목으로 이루어져 있다는 점에서, 기준별 전환 부문 구조의 상이함이 매우 크다는 것을 알 수 있다. 이때, IEA 전환과정의 세부항목을 살펴보면, 우선 세부항목(세부1)은 5개로, 발전, 지역난방, 혼합천연가스용, 석탄전환, 기타전환이 있다. 그러나 이들 중 혼합천연가스용만 실제 IEA 기준의 항목이고 나머지 4개는 KEEI와의 대응을 위해 관련 항목들 값을 합한 값이다. 이들의 세부항목(세부2) 개수를 살펴보면 발전 2개, 지역난방 7개, 석탄전환 5개, 기타전환 6개로 세부 2의 개수는 20개가 된다. 여기에 세부1 중 단일 항목인 혼합천연가스용까지 더하면 총 세부항목 개수인 21개가 된다.¹⁷⁾ IEA 기준 에너지밸런스에서는 모든 연도의 수록분에서 행 항목 16개의 수치가 0으로 나타나는데, 이들 중 무려 8개가 전환 부문에 속하며, 나머지 8개는 자가소비의 세부 부문이다(<표 5> 참조). 이는 IEA 기준 에너지밸런스의 기초 추계자료인 KEEI 기준 에너지밸런스가 기초자료 미비 및 여러 구조적 문제점들로 인해 국내 에너지 현황을 자세히 반영하지 못하고 있기 때문인 것으로 사료된다. 이로서, IEA 기준의 전환 부문 세부항목 21개 중 수치가 나타나는 실제의 행 항목은 13개이다.¹⁸⁾ 하지만 그럼에도 KEEI 기준의 전환 부문보다는 매우 다양하고 상세한 항목들이 IEA 기준에서 나타나는 것은 분명해 보인다.

16) 박희천, 2012. 3. 1, 「에너지밸런스 문제점」, 신재생에너지정책센터 세미나 발표 자료를 인용함.

17) KEEI 기준과 대응하기 위해 비공통 주요 항목인 자가소비와 손실을 포함시킨 통합 전환과정으로 본다면 세부항목이 40개임.

18) 통합 전환 부문으로 보면, 수치가 0인 항목 16개 모두를 포함함.

최종 r^{L_i} 에서는 석탄, 석유 순으로 각각 5.69%, 2.67%의 차이가 나타났다. 그러나 최종에너지소비 합계를 기준으로 하는 f^{L_i} 에서는 석탄, 석유가 각각 8.99%, 4.21%의 차이가 나타난다. 합계 값의 최종 r^{L_i} 는 2.27%였으며 f^{L_i} 은 3.58%의 차이가 나타났다. 이는 석유정제와 석탄 전환부문이 IEA 기준에서는 전환부문으로 분류되고, KEEI 기준(국가 에너지수급통계 기준)에서는 이들 부문이 최종 소비부문에 계상되는 데에 기인한다.

〈표 7〉 2009년 기준별 주요 행, 열 항목 차이

(단위: MTOE, %)

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	석탄	석유	가스	수력	원자력	전력	열	신재생	합계
$r_{n,i}E_i^{pri}$	66.02	94.56	30.65	1.21	39.31	0.00	0.00	5.48	237.23
$s_{n,i}I_i^{pri}$	64.84	122.30	31.70	0.24	38.51	0.00	0.07	3.21	260.88
L_i^{pri}	1.18	-27.74	-1.06	0.97	0.80	0.00	-0.07	2.27	-23.65
$r_{n,i}E_i^{tra}$	-42.92	-3.73	-13.03	-1.21	-39.31	33.93	1.55	-0.61	-65.35
$s_{n,i}I_i^{tra}$	-57.14	-18.81	-12.17	-0.24	-38.51	38.84	4.46	-0.72	-84.29
L_i^{tra}	14.22	15.08	-0.87	-0.97	-0.80	-4.92	-2.91	0.11	18.95
$r_{n,i}E_i^{fin}$	23.10	90.82	17.61	0.00	0.00	33.93	1.55	4.87	171.88
$s_{n,i}I_i^{fin}$	8.18	97.81	18.12	0.00	0.00	34.89	4.44	2.50	165.94
L_i^{fin}	14.92	-6.99	-0.50	0.00	0.00	-0.97	-2.88	2.37	5.94
$s_iI_i^{tf}$	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
$s_iI_i^{sd}$	2.33	-0.09	-1.10	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	1.19
$s_{n,i}I_i^{np}$	67.18	122.29	30.60	0.24	38.51	0.02	0.09	3.22	262.15
1차 $r^{L_i}(\%)$	0.45	-10.58	-0.40	0.37	0.30	0.00	-0.03	0.87	-9.02
전환 $r^{L_i}(\%)$	5.42	5.75	-0.33	-0.37	-0.30	-1.88	-1.11	0.04	7.23
최종 $r^{L_i}(\%)$	5.69	-2.67	-0.19	0.00	0.00	-0.37	-1.10	0.90	2.27
$s_iI_i^{pu}$	-1.85	-5.66	-0.32	0.00	0.00	-2.53	0.00	0.00	-10.36
$s_iI_i^{ts}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.44	-0.12	0.00	-1.56
$s_{n,i}I_i^{tt}$	-59.00	-24.47	-12.48	-0.24	-38.51	34.87	4.34	-0.72	-96.21
$t^{L_i}(\%)$	-14.78	-15.67	0.90	1.01	0.83	5.11	3.02	-0.11	-19.69
$f^{L_i}(\%)$	8.99	-4.21	-0.30	0.00	0.00	-0.58	-1.74	1.43	3.58

주: 식별이 용이하도록 부문별 차이와 각 비율 값은 음영 처리함.

그러나 상기의 주요 항목 표만으로는 세부 항목의 차이 및 비율의 경향 모두를 파악할 수 없다. 따라서 기준별 차이를 세분화하여 살펴보도록 하자. 기준별로 공통인 부문에 한해 하나의 기준에 따라 기준별 비교를 하기 위해 IEA 통합 총 1차에너지공급 합계를 기준으로 한 r^{L_i} 을 나타내었고, 지면상 차이가 6.00% 이상의 값으로 한정시켜¹⁹⁾ 살펴본다.

먼저, 1차에너지공급 부문의 차이 전체를 보면, 에너지유에서 33.53%의 큰 차이가 나타났다. 세부적으로 에너지유의 경유, 중유, JA-1, 비에너지의 납사가 각각 13.62%, 7.12%, 6.30%, 7.37%의 차이를 보였다. 이들 차이는 수입에서 기인한 것으로 나타났다.

〈표 8〉 1차에너지공급의 차이 r^{L_i} 결과

(단위: %)

	석유	에너지유				비에너지	
		에너지유	경유	중유	JA-1	납사	
1차에너지공급	-10.58	33.53	13.62	7.12	6.30	-1.63	7.37
수입	-12.25	31.95	13.33	7.02	5.10	-0.60	6.99

주1: 6% 미만인 일부 값은 표의 구분상 기재함.

주2: 비에너지는 편의상 직접 비교했으나, 기준별 정의의 차이가 추가로 검토되어야 함.

에너지전환에서는 공통 부문 중에서 합계 행(에너지전환)에서 차이가 크다. 석탄의 유연탄이 6.16%, 석유의 에너지유가 32.83%로, 에너지유의 차이가 큰 것으로 나타났다. 에너지유에서는 경유와 중유가 각각 13.79%, 7.11%의 차이가 나타났다.

t^{L_i} 의 결과를 보면, <표 9> 에너지전환 행에서 r^{L_i} 와 t^{L_i} 의 부호가 서로 다른데, 그 이유는 이들의 계산 기준 값의 부호가 다르기 때문이다. 즉, r^{L_i} 의 기준 값인 $\sum_t s_{n,i} I_i^{PRI}$ 는 양의 부호인 반면, t^{L_i} 의 기준 값 $\sum_t s_{n,i} I_i^{TRA}$ 는 음의 부호이기 때문이다. t^{L_i} 는 석탄, 석유가 각각 14.78%, 15.67%로, 이들의 부문별 차이가 큰 것으로 나

19) 차이는 소수점 이하 세 번째 자리에서 반올림한 6.00% 이상인 값에 한정시킴.

타났다.

석탄에서는 유연탄의 원료탄이 에너지전환 부문에서 15.05%였고, 석유의 세부에너지원에서는 에너지유가 89.44%로 매우 큰 차이가 나타났으며, 비에너지가 7.53%로 나타났다. 에너지유의 차이는 비슷한 차이가 나타난, 비공통 부문인 IEA 기준 기타전환의 정유공장 부문에서 기인한 것으로 사료된다.²⁰⁾ 더 세부적으로는 에너지유의 휘발유, 경유, 중유, JA-1, 비에너지의 납사가 각각 13.26%, 37.56%, 19.37%, 14.30%, 11.88%로 경유와 중유의 차이가 세부에너지원들 중 차이가 큰 것으로 나타났다. 발전 부문에선 석유 9.39%, 석유의 비에너지가 9.65%의 차이를 보였다.

〈표 9〉 에너지전환의 차이 결과

(단위: %)

		석탄			석유							
		에너지전환	유연탄		에너지유	에너지유				비에너지		
			원료탄	휘발유		경유	중유	JA-1	납사			
r^{L_i}	에너지전환	5.42	6.16	5.52	5.75	-32.83	-4.87	-13.79	-7.11	-5.25	-2.76	-4.36
	발전	0.98	0.04	0.00	3.45	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	3.54	0.11
t^{L_i}	에너지전환	-14.78	-16.80	-15.05	-15.67	89.44	13.26	37.56	19.37	14.30	7.53	11.88
	발전	-2.66	-0.10	0.00	-9.39	0.26	0.00	0.00	0.25	0.00	-9.65	-0.30

주1: 6% 미만인 일부 값은 표의 구분상 기재함.

주2: 비에너지는 편의상 직접 비교했으나, 기준별 정의의 차이가 추가로 검토되어야 함.

최종에너지소비 부문에서도 r^{L_i} 는 석유에서 차이가 크게 나타난다. 산업 부문을 보면 석유가 15.39%의 차이가 나타나며, 추가적으로 제조업의 석유,화학에서 15.41%로, 이는 세부에너지원인 납사에 기인한 것으로 나타났다.

반면, f^{L_i} 는 석탄과 석유에서 차이가 큰 것으로 나타났다. 산업 부문부터 보면 석탄에서는 원료탄이 8.33%, 석유에서는 납사가 23.03%의 차이를 보였다. 이러한 양상은 세부 부문인 제조업 부문까지 비슷하게 나타났으나, 제조업의 세부 부문인 석유·화학과 1차금속 부문들에서 원별로 다르게 나타났다. 원료탄은 1차금속에서

20) 비공통 부문이므로 결과표에 제시하지 않음.

8.33%, 납사는 석유·화학에서 23.03%가 나타나, 원료탄과 납사의 6% 이상의 차이가 각각 1차금속, 석유·화학에서 기인함을 확인하였다. 또한 가정상업 공공기타에 선 석유가 8.42%, 석유의 비에너지가 6.92%의 차이를 보였다.

〈표 10〉 최종에너지소비의 차이 결과

(단위: %)

		석탄			석유		
			유연탄			비에너지	
				원료탄			납사
r^{L_i}	최종에너지소비	5.69	5.75	5.27	-2.67	-4.23	2.55
	산업 부문	5.82	5.75	5.27	15.39	13.69	14.58
	제조업	4.49	5.75	5.27	14.50	13.23	14.58
	석유·화학	0.04	0.04	0.00	15.41	14.45	14.58
	1차금속	4.02	5.27	5.27	-0.53	-0.52	0.00
	가정상업 공공기타	0.01	0.00	0.00	-5.33	-4.38	0.00
f^{L_i}	최종에너지소비	8.99	9.08	8.33	-4.21	-6.68	4.02
	산업 부문	9.20	9.08	8.33	24.31	21.63	23.03
	제조업	7.09	9.08	8.33	22.90	20.90	23.03
	석유·화학	0.06	0.06	0.00	24.34	22.84	23.03
	1차금속	6.35	8.33	8.33	-0.83	-0.83	0.00
	가정상업 공공기타	0.02	0.00	0.00	-8.42	-6.92	0.00

주1: 6% 미만인 일부 값은 표의 구분상 기재함.

주2: 비에너지는 편의상 직접 비교했으나, 기준별 정의의 차이가 추가로 검토되어야 함.

다음은 기준별 합계 값의 차이 중 6% 이상이 나타나는 세부 부문 및 값을 나타낸 표로, 앞서 살펴 본 1차에너지공급 합계 기준일 때와 앞으로 살펴 볼 부문별 합계 기준일 때를 함께 비교하였다.

합계 열의 차이는 r^{L_i} 가 에너지전환에서 7.23%, 최종에너지소비에서는 세부 부문들의 차이가 산업 부문 20.83%, 제조업 17.26%, 석유·화학 14.96%로 크게 나타났다. 부문별 차이인 t^{L_i} 의 경우, 에너지전환과 발전에서 각각 19.69%, 9.67%의 차이를 보였고, f^{L_i} 는 최종에너지소비의 세부 부문인 산업 부문, 제조업, 석유·화학에서

각각 32.90%, 27.27%, 23.63%의 차이가 나타났다. 또한, 가정상업 공공기타에서 8.99%의 차이가 나타났다.

〈표 11〉 기준별 합계 열의 차이 결과 비교

(단위: %)

주요	세부1	세부2	세부3	r^{L_i}	t^{L_i}	f^{L_i}
1차에너지공급				-9.02		
	수입			-12.93		
에너지전환				7.23	-19.69	
	발전			3.55	-9.67	
최종에너지소비				2.27		3.58
	산업 부문			20.83		32.90
		제조업		17.26		27.27
			석유·화학	14.96		23.63
			1차금속	2.89		4.56
	가정상업 공공기타	부문		-5.69		-8.99

주: 6% 미만인 일부 부문은 표의 구분상 기재함.

V. 결론

본 연구의 목적은 분류체계가 매우 다른 KEEI 기준과 IEA 기준의 에너지밸런스를 비교함으로써 차이가 어느 에너지원 및 에너지 부문에서 크게 나타나는지를 파악하고자 한다. 각 기준별로 분류체계가 가장 자세하게 구성된 KEEI 에너지밸런스와 IEA 에너지밸런스를 선정한 후 상이한 분류체계를 알맞게 정렬한다. KEEI 기준과 IEA 기준의 TOE로 환산된 에너지밸런스는 각각 총발열량, 순발열량 기준으로 발열량에 차이가 있으므로, KEEI 에너지밸런스를 IEA 기준에 따라 순발열량 기준으로 환산하여, IEA 기준과 동일한 발열량 기준에서 비교한다. 비교 순서는 다음과 같다. 우선, 2009년 에너지밸런스를 기준별로 비교 가능하도록 정렬한 뒤, 비교 기준별 차감 값을 각각 IEA의 부문별 기준에 따라 r^{L_i} , t^{L_i} , f^{L_i} 의 백분율로 계산하여 KEEI와 IEA 기준의 차이 및 비율을 비교분석하였다. 결과보고의 편의상 기준별 공

통 부문에 한해 6% 이상 차이가 나타나는 부문을 중점적으로 보고하였다.

1차에너지공급 r^{Li} 에서는 석유가 수입 부문에서 12.25%의 차이가 나타났다. 세부적으로는 에너지유가 31.95%로 차이가 크게 나타났고, 에너지유의 경유, 중유, 비에너지의 납사가 각각 13.33%, 7.02%, 6.99%의 차이를 보였다.

에너지전환 r^{Li} 에서는 석유의 세부에너지원인 에너지유 32.83%, 에너지유의 경유와 중유가 각각 13.79%, 7.11%로 수입 부문의 차이와 비슷하게 나타났다.

t^{Li} 의 결과, 석유, 석탄 순으로 각각 15.67%, 14.78%의 차이가 나타났다. 석탄은 원료탄이 에너지전환에서 15.05%의 차이를 보였고, 석유의 에너지유와 비에너지가 각각 89.44%, 7.53%로 나타났다. 에너지유의 큰 차이는 비공통 부문인 정유공장 부문의 차이에 기인한 것이다. 세부적으로는 에너지유의 휘발유, 경유, 중유, JA-1, 비에너지의 납사가 모두 10% 이상의 차이를 보였는데, 특히 경유와 중유가 각각 37.56%, 19.37%의 큰 차이를 보였다. 발전 부문에서는 석유와 비에너지가 9% 이상의 차이를 보였다.

최종에너지소비에서는 석유의 납사가 석유·화학에서 14.58%의 차이가 나타났다.

f^{Li} 의 결과에선, 석탄의 원료탄이 1차금속에서 8.33%, 석유의 납사가 석유·화학에서 23.03%의 차이가 나타났다.

합계 열의 결과를 보면 에너지전환에서 r^{Li} 와 t^{Li} 가 각각 7.23%, 19.69%의 차이가 나타났다. 이것으로 볼 때, 에너지전환 부문은 기준별 분류체계의 상이함으로 인해 비공통 에너지원 및 부문에 따라 부문별 차이가 매우 높게 나타남을 알 수 있다. 최종에너지소비에선 r^{Li} 와 f^{Li} 가 특히 산업 부문에서 각 차이가 20.83%, 32.90%로 산업 부문 간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이는 세부 부문인 제조업의 석유·화학에서 각각 14.96%, 23.63%의 차이가 나타나, 석유·화학 부문의 차이에서 기인한 것을 확인하였다.

에너지밸런스는 각 기관에서 제출하는 기초 통계들로 추계되나, 본 연구에서는 이들을 이용해 이미 완성되어 있는 에너지밸런스를 기준별로 비교하고 있다. KEEI 기준의 에너지밸런스는 그간의 선행연구에서 전환 부문의 누락 및 중복계산 등의 많은 구조적 문제점이 밝혀진 바, 각 기관의 기초 통계자료들을 비교 확인할 필요성

이 있다. 그러나 에너지밸런스에 투입되는 원별 기초자료 중 많은 자료가 외부에 공개되지 않아 통계 개선방안 등의 연구에는 한계가 있다.

지식경제부는 지식경제부 고시 제 2008-16호 “에너지통계의 작성 등에 관한 규정”을 공표하였고 공기업, 협회 등의 7개 기관을 에너지원별 통계작성기관으로 선정하여, 이들로 하여금 에너지통계종합정보시스템(KESIS, 에너지경제연구원 운영)의 구축 및 운영에 협조하도록 제도화하였다.²¹⁾ 그러나 그 이후에도 에너지경제연구원(2009) 등의 선행연구에서 볼 수 있듯이 일부 통계 자료가 원활히 제공되지 않고 있는 실정이다. 이에 통계의 개선에 대한 어려움을 통계 개선 연구자들이 토로하고 있다.²²⁾ 각 기관의 통계자료 생산자들이 통계의 중요성을 인식하고, 통계체계를 바로 잡기 위한 노력을 경주할 수 있도록 합당한 지원체계가 마련되어야 할 것으로 보이는 대목이다.

결론적으로, 에너지통계는 이를 기반으로 하는 연구 및 정책 결정에 중요한 기초 자료가 된다는 점에서 추가 연구와 개선을 위한 대책 마련이 필요해 보인다.

[References]

- 박태식, “전력 및 열에너지 수급통계 정비방안”, 「에너지 포커스」, 에너지경제연구원, 제6권, 제1호, 통권31호, 2009, pp. 104~119.
- 박태식, “국가 에너지통계 발전과 작성기준”, 「에너지 포커스」, 에너지경제연구원, 제1권, 제7호, 통권7호, 2004, pp. 19~41.
- 박태식·강승진·박희천, 「국가 에너지통계 개편방안 연구(에너지밸런스 개편 및 조사체계 정비)」, 정책연구보고서, 06-14, 산업자원부·에너지경제연구원, 2006.
- 박태식·강승진·박희천·정진규, 「국가 에너지통계 기준 정립 및 시계열통계 편제 연구」, 정책연구보고서, 04-03, 산업자원부·에너지경제연구원, 2004.
- 박희천, “에너지밸런스 문제점”, 신재생에너지정책센터 세미나 발표자료, 2012. 3. 1.

21) 에너지경제연구원(2009)

22) 에너지경제연구원(2009)에는, 고시 이후에도 자가생산자의 통계자료의 제공 불이행으로 IEA 요청 자료 및 KEEI 에너지밸런스의 전환 부문 작성에도 한계가 있음을 언급하였다.

- 박희천, “한국 석유통계의 개선방안에 관한 연구”, 「에너지경제연구」, 한국자원경제학회·에너지경제연구원, 제5권, 제1호, 2006, pp. 123~143.
- 심상렬, 「에너지 산업연관표 작성」, 기본연구보고서, 05-1, 에너지경제연구원, 2005, pp. 33~54.
- 에너지관리공단, 「발열량 고시개정을 위한 에너지원별 분석 및 연구」, 최종보고서, 2010.
- 에너지관리공단·한국산업기술대학교, 「석유류 및 기타에너지원 열량기준 개선방안 연구」, 최종보고서 초안(에너지관리공단 기후변화협약대응체계구축사업의 사업수행결과), 2005.
- 에너지경제연구원 에너지정보통계센터, 「에너지정보통계센터 출연사업 연구성과 발표회」, 2012.
- 에너지경제연구원, 「국가 및 지역에너지 통계의 효율적인 활용 방안 (지역에너지통계를 중심으로)」, 발표자료, 2011.
- 에너지경제연구원, 「국가에너지수급통계 매뉴얼」, 2009.
- 에너지경제연구원, 「에너지통계연보」, 각 년도.
- 이성근, 「가정부문 용도별 에너지소비량 및 소급추정에 관한 연구」, 기본연구보고서, 10-05, 에너지경제연구원, 2010.
- 이성인, 「대체에너지 통계체제의 구축방안 연구」, 에너지경제연구원, 1999.
- 지식경제부·에너지경제연구원, 「국가에너지수급관리체계 구축을 위한 연구」, 최종보고서, 제5장, 2009, pp. 49~56.
- IEA, “From Basic Energy Statistics to Energy Balances,” 발표자료, Energy Balances, Prices and Emissions Energy Data Centre, 2012.
- IEA, “Energy Balances of OECD Countries: Beyond 2020 Documentation”, 2011.
- IEA, “Energy Balances of OECD Countries”, 2011.
- IEA, “Energy Statistics of OECD Countries: Beyond 2020 Documentation”, 2011.
- IEA, “Energy Statistics of OECD Countries”, 2011.
- IEA, “IEA Data Training Workshop for Energy Community,” 발표자료, 2010.
- IEA, “Energy Statistics Manual.”, 2004.
- IEA/Eurostat/UNECE, “Coal (Solid Fossil Fuels and Manufactured Gases) Annual Questionnaire 2011 and Historical Revisions,” 2012.
- IEA/Eurostat/UNECE, “Natural Gas Annual Questionnaire 2011 and Historical Revisions,” 2012.

IEA/Eurostat/UNECE, “Oil Annual Questionnaire 2011 and Historical Revisions,” 2012.

IEA/Eurostat/UNECE, “Renewables Annual Questionnaire 2011 and Historical Revisions,” 2012.

IEA/Eurostat/UNECE, “Electricity and Heat Annual Questionnaire 2010 and Historical Revisions,” 2011.

Jean-Yves Garnier, “Introduction to Energy Statistics and to IEA Energy Statistics,” 발표자료, Energy Statistics Division, IEA, 2012.

“국가에너지통계종합정보시스템(KESIS),” <http://www.kesis.net/>.

<부록 표 1> KEEI와 IEA 기준의 열 항목 비교 (환산단위 기준)

번호	KEEI 기준	번호	IEA 기준
1	석탄	*1	석탄
2	무연탄	2	무연탄
3	국내탄	-	-
4	수입탄	-	-
5	유연탄	*3	유연탄
6	원료탄	4	원료탄
7	연료탄	5	연료탄
-	-	6	아역청탄
-	-	7	특허연료
-	-	8	코크스로 코크스
-	-	9	콜타르
-	-	10	코크스로 가스
-	-	11	고로 가스
-	-	12	기타 회수 가스

주1: 번호에 * 표시한 항목은 비교 정렬 시 필요에 의해 새로 삽입한 항목으로, KEEI 기준에는 2개, IEA 기준에는 7개가 새로 추가되었으며, 이들은 세부 에너지원 값들의 합계임.

주2: 항목명에 음영 표시한 항목들은 비공통 항목임을 표시한 것으로, 이는 기준별로 항목이 공통일 때, 이 항목의 세부항목들이 하나의 기준에만 존재하는 경우에도 비공통이므로 차이 결과에서 제외함.<부록 표 2~4> 동일.)

출처: <표 4> 참조.

〈부록 표 2〉 KEEI와 IEA 기준의 열 항목 비교 (환산단위 기준, 계속)

번호	KEEI 기준	번호	IEA 기준
8	석유	*13	석유
-	-	14	원유
-	-	15	정제원료
-	-	16	첨가혼합제
-	-	17	기타 탄화수소
-	-	18	정제가스
9	에너지유	*19	에너지유
10	휘발유	20	휘발유
11	등유	21	등유
12	경유	22	경유
*13	중유	23	중유
14	경질중유	-	-
15	중유	-	-
16	중질중유	-	-
17	JA-1	24	JA-1
18	JP-4	25	JP-4
19	AVI-G	26	AVI-G
20	LPG	27	LPG
21	프로판	-	-
22	부탄	-	-

기타 설명 <부록 표 1> 참조

〈부록 표 3〉 KEEI와 IEA 기준의 열 항목 비교 (환산단위 기준, 계속)

번호	KEEI 기준	번호	IEA 기준
8	*석유	*13	*석유
23	비에너지	28	비에너지
24		29	
25		30	
26		31	
27		32	
28		33	
29		34	
30		기타제품	
31	가스	36	가스
32	LNG	-	천연가스
33	도시가스	-	
34	수력	37	수력
35	원자력	38	원자력
36	전력	39	전력
37	열	40	열
38	신재생에너지 및 기타	41	신재생에너지 및 기타
-	-	42	산업쓰레기
-	-	43	도시쓰레기(재생가능)
-	-	44	도시쓰레기(재생 불가능)
-	-	45	1차고체바이오연료
-	-	46	바이오가스

주1: 부문명의 *는 앞의 표에서 이어지는 상위 부문임. (기타 설명 <부록 표 1> 참조)
 주2: IEA 36번 가스는 기존 항목인 천연가스의 값을 그대로 반영함.
 주3: KEEI 23번, IEA 28번 비에너지의 세부항목들은 편의상 직접 비교했지만, 그 속성상 차이가 추가로 검토되어야 함.

〈부록 표 4〉 KEEI와 IEA 기준의 열 항목 비교 (환산단위 기준, 계속)

번호	KEEI 기준	번호	IEA 기준
38	*신재생에너지 및 기타	41	*신재생에너지 및 기타
-	-	47	바이오디젤
-	-	48	지열
-	-	49	태양광
-	-	50	태양열
-	-	51	풍력
-	-	52	기타
39	합계	53	합계

주: 부문명의 *는 앞의 표에서 이어지는 상위 부문임. (기타 설명 <부록 표 1> 참조.)

〈부록 표 5〉 파라핀왁스, 기타제품의 총발열량 환산계수 비교

	연도	발열량	파라핀왁스	기타제품
KEEI 1	2007 이후	총발열량	0.910	0.885
KEEI 2	2008~2010	발열량 관계없이 동일	0.910	0.550

주: 두 자료들에는 환산계수에 있지만, 차이가 있다. 총발열량 환산계수는 총발열량 자료의 열량단위 값을 고유단위 값으로 나누어 계산하는데, KESIS 2 자료는 반올림 값으로 KEEI 1의 환산계수와 거의 일치한다. 이는 신뢰할만하다고 판단, 기타제품의 총발열량 환산계수로 KEEI 1을, 순발열량 계수는 KESIS 2의 계수를 적용한다.

〈부록 표 6〉 기준별 단위 및 환산계수

열항목명(에너지원)	KEEI 기준				IEA 기준		
	번호	단위	$r_{g,i}$	$r_{n,i}$	번호	단위	$s_{n,i}$
석탄	1				1		
무연탄	2				2		
국내탄	3	kt	0.465	0.460		kt	0.460
수입탄	4	kt	0.655	0.640		kt	0.640
유연탄	5				3	kt	
원료탄	6	kt	0.700	0.675	4	kt	0.675
연료탄	7	kt	0.620	0.595	5	kt	0.595
아역청탄					6	kt	0.500
특허연료					7	kt	0.460
코크스로 코크스					8	kt	0.700
콜타르					9	kt	0.884
코크스로 가스					10	TJ-gross	0.021
고로 가스					11	TJ-gross	0.024
기타 회수 가스					12	TJ-gross	0.024
석유	8				13		
원유					14	kt	1.020
정제원료					15	kt	1.070
첨가혼합제					16	kt	1.000
기타 탄화수소					17	kt	n/a

주1: IEA 기준에서 n/a로 표시된 것은 출처 자료에서 ‘해당없음’으로 표시된 것임.

주2: 본래 IEA 기준의 무연탄 세부항목은 IEA 기준 에너지밸런스에 없으나, 무연탄 열의 환산계수 대부분이 0.460이고, 생산 부문에서 0.640이 나타나므로, KEEI 기준과 환산계수 상에서 대응이 가능하다고 여겨 기재함.

주3: 단위란과 환산계수란이 비어있는 항목은 세부 에너지원들의 합계 값임.

출처: KEEI 기준은 KEEI 에너지밸런스와 ‘에너지기본법 시행칙(제5조 제1항, 별표)’ 각 년도 자료이며, IEA 기준은 IEA의 ‘Energy Statistics of OECD Countries, 2011e’ 참조. (위 사항들은 이후의 부록 표 동일.)

<부록 표 7> 기준별 단위 및 환산계수 (계속)

열항목명(에너지원)	KEEI 기준				IEA 기준		
	번호	단위	$r_{g,i}$	$r_{n,i}$	번호	단위	$s_{n,i}$
정제가스					18	kt	1.149
에너지유	9				19	kt	
휘발유	10	kbbbl	0.127	0.118	20	kt	1.065
등유	11	kbbbl	0.140	0.130	21	kt	1.025
경유	12	kbbbl	0.144	0.134	22	kt	1.017
중유	13				23	kt	1.017
경질중유	14	kbbbl	0.148	0.139			
중유	15	kbbbl	0.153	0.145			
중질중유	16	kbbbl	0.157	0.149			
JA-1	17	kbbbl	0.139	0.130	24	kt	1.063
JP-4	18	kbbbl	0.139	0.130	25	kt	n/a
AVI-G	19	kbbbl	0.139	0.130	26	kt	n/a
LPG	20				27	kt	1.139
프로판	21	kbbbl	0.097	0.089			
부탄	22	kbbbl	0.109	0.100			
비에너지	23				28		
납사	24	kbbbl	0.128	0.118	29	kt	1.032
용제	25	kbbbl	0.126	0.117	30	kt	1.027
윤활기유	26	kbbbl	0.147	0.138	31	kt	1.025
아스팔트	27	kbbbl	0.157	0.133	32	kt	0.927
파라핀왁스	28	kbbbl	0.145	0.138	33	kt	0.955
석유코크	29	kbbbl	0.129	0.125	34	kt	0.807
기타제품	30	kbbbl	0.141	0.087	35	kt	0.955

관련설명 <부록 표 6> 참조.

〈부록 표 8〉 기준별 단위 및 환산계수 (계속)

열항목명(에너지원)	KEEI 기준				IEA 기준		
	번호	단위	$r_{g,i}$	$r_{n,i}$	번호	단위	$s_{n,i}$
가스류	31						
천연가스	32	kt	1.300	1.175	36	TJ-gross	0.021
도시가스	33	Nm ³	1.055	0.955			
원자력	34	GWh	0.215	0.215	37		
수력	35	GWh	0.215	0.215	38		
전력	36	GWh	0.086	0.086	39	GWh	0.086
열	37	ktoe	1.000	1.000	40	TJ	0.024
신재생에너지 및 기타	38	ktoe	1.000	1.000	41		
산업쓰레기					42	TJ-net	1.000
도시쓰레기 (재생가능)					43	TJ-net	1.000
도시쓰레기 (재생 불가능)					44	TJ-net	1.000
1차고체바이오연료					45	TJ-net	1.000
바이오가스					46	TJ-net	1.000
바이오디젤					47	kt	1.000
지열					48	direct use in TJ-net	1.000
태양광					49		1.000
태양열					50	direct use in TJ-net	1.000
풍력					51		1.000
기타					52		1.000
합계	39	ktoe			53	ktoe	

관련설명 <부록 표 6> 참조.