

개정에너지밸런스 설명자료

개정에너지벨런스 설명자료

제목 차례

1. 들어가며
2. 에너지 통계의 기본 개념
3. 에너지 밸런스
4. 밸런스의 행 구조
5. 밸런스의 열 구조
6. 기존 밸런스와의 비교
7. 맺음말

1. 들어가며

에너지 통계는 다른 많은 통계 분야가 그러하듯이 광범위한 수집 대상을 갖고 있으며, 다양한 체계를 갖고 있다. 그 중 국가 에너지 통계라고 하는 것은 보통 에너지 수급 통계를 핵심으로 삼고 있으며, 에너지 수급 통계는 에너지 밸런스라는 형태로 표현한다 우리나라는 1983년부터 에너지 밸런스를 작성하기 시작하여 40년에 가까운 역사를 갖고 있으며 그 동안 몇 차례의 변경이 있긴 했지만, 천연가스와 지역난방 도입으로 인한 에너지 상품의 추가와 비에너지용 석유제품을 보다 상세하게 분류하는 것에 그쳤다. 이는 현재의 에너지 밸런스가 지난 수십 년 동안 복잡하고 다양하게 변화된 에너지 시장을 묘사하기에 부족할 수 있다는 것을 의미한다.

더욱 더 많은 에너지 상품이 생산되고, 거래되고, 소비되면서 그리고 에너지에 대한 의존이 높아지고 온실가스 배출이 국제 사회의 의제가 되면서, 에너지 시장에 대해 신속하고 정확하게 이해하는 것이 매우 중요해지고 있다. 또한 에너지 의존, 안보, 효율 그리고 환경에 대한 우려도 에너지의 공급과 수요에 대해 깊은 지식을 요구한다. 상황을 명료하게 이해하기 위해서는 에너지 상품의 공급과 소비 연결 사슬의 각 부분에 대한 상세하고 정확한 자료가 필요하다. 하지만 에너지 시장의 자유화, 추가적인 자료의 필요성 증가, 통계를 다룰 전문가나 예산의 감소 내지는 부족 등으로 인해 통계 시스템을 유지하고 신뢰성 있는 통계를 생산하는 것이 더욱 어려워지고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 많은 일들이 요구되지만, 우리나라 에너지 통계 부문에서 시급히 필요한 일들 중의 하나는 에너지 상품뿐만 아니라 에너지 흐름을 현실에 맞게 상세하게 구분하여 에너지 수급을 보다 정확히 파악할 수 있도록 에너지 수급 통계를 개정하는 일이다. 에너지 수급 통계의 핵심은 개별 에너지 상품들에 대한 상품 밸런스와 이를 결합하여 작성하는 에너지 밸런스이며, 밸런스를 통해 국가 에너지 통계의 완결성과 정확성을 판단할 수 있다. 우리나라 에너지 통계의 수준이 근본적으로 발전하게 된 것은 2001년 국제에너지기구(IEA, International Energy Agency) 가입이 계기가 되었으며, 정부에서는 2006년 <에너지기본법>의 제정과 함께 동법 제19조에 에너지 수급에 관한 통계를 작성·분석·관리할 것을 명시하고 2008년에는 정부 고시를 통해 '에너지통계의 작성 등에 관한 규정'을 발표하는 등 통계 체계 구축을 위한 법적 기반을 강화하고 있다. 이러한 법적, 제도적 변화와 함께 에너지 통계의 개발과 품질 향상을 위한 시도가 간간히 이어졌지만 구체적인 성과를 내지 못하고 연구 결과를 제시하는데 그쳤다. 본 보고서는 이러한 경험을 교훈 삼아 국제 에너지 통계와의 연결성이 높은 에너지 수급 통계를 구축하는 작업의 결과를 소개하고 있다.

다른 하나는 에너지 통계의 기초 부분에 대한 전문성 수준을 높이는 일이며, 이를 위해서 본 보고서는 에너지 밸런스 개정 작업 내용과 더불어 수급 에너지 통계의 정의와 방법론을 소개하고 있다. 에너지 관련 용어나 개념이 일반 사회에서는 종종 서로 다른 의미로 사용되는 경우가 있고, 이는 통계 차원에서만 보더라도 국가 에너지 통계에 대한 이해를 방해하는 요인이 된다. 간혹 에너지 분야에서 활동하는 전문가조차 구조와 개념이 서로 다른 우리나라 에너지 밸런스와 IEA 에너지 밸런스의 통계 수치를 그 차이에 대한 이해없이 직접 비교하는 오류를 범하기도 한다. 따라서 동일한 문제에 대해서 같은 언어로 소통하며 문제를 해결하고 개선하기 위해, 그 기초가 되는 정의와 방법론을 공유할 필요가 있다.

본 보고서는 에너지 밸런스 개편 작업 결과 소개와 함께 개정 밸런스에 대한 이해를 돕기 위해 작성되었다. 이를 위해, 개정 밸런스를 설명하기에 앞서 연료와 에너지란 무엇인지, 일차 에너지 상품과 이차 에너지 상품은 무엇인지, 에너지 상품은 어떻게 구분되고 어떻게 측정하는지, 상품 밸런스와 에너지 밸런스는 어떤 관계인지 등, 에너지 통계에 대한 기본 개념을 정리함으로써 에너지 통계에 대한 기초 지식을 공유할 수 있도록 하였다. 이를 위해 보고서의 많은 부분은 에너지 밸런스 개정 작업의 기준이 되는 IEA의 <에너지 통계 매뉴얼(Energy Statistics MANUAL)>과 에너지경제연구원에서 과거 에너지 밸런스 개정 작업을 진행하면서 발간한 <국가 에너지통계 개편방안 연구>의 내용을 발췌·정리한 것이다. 필요한 경우 유럽연합 통계(Eurostat)와 미국 에너지정보청(EIA, Energy Information Agency)이 제시하는 내용을 같이 정리하여 서로 간의 차이와 다양성을 비교하기도 하였다. 또한, 보고서는 에너지 통계의 기본 개념에 이어 개정 밸런스의 주요 개념과 에너지 흐름 및 에너지 상품의 구조에 대해 상세하게 설명하고 개정 밸런스와 기존 밸런스의 차이를 비교함으로써 밸런스에 대한 이해를 높일 수 있도록 하였다.

비록 에너지 수급 통계가 에너지 관련 모든 통계를 아우르는 것도 아니고 본 보고서가 에너지 통계에 관한 모든 질문에 대한 답을 제공하지도 못하지만, 본 보고서는 일반적이고 전반적인 에너지 통계의 개념을 제공함으로써 통계 작성만이 아니라 에너지에 관심 있는 사람들의 이해를 높이고자 했다. 이는 결국 보다 높은 품질의 에너지 통계가 생성되는데 기여할 것으로 기대된다.

2. 에너지 통계의 기본 개념

연료, 에너지 그리고 에너지 상품 (Fuel, Energy and Energy Commodity)

사전적 의미의 에너지란 일을 할 수 있는 능력을 말한다. 에너지는 위치 에너지와 운동 에너지 같은 역학 에너지, 열 에너지, 빛 에너지, 전기 에너지, 화학 에너지, 핵 에너지 등 다양한 형태로 존재하며, 쉽게 다른 형태의 에너지로 전환된다. 에너지는 저장 에너지(stored energy)와 운동(working energy) 등 두 가지 종류로 구분할 수 있다 (EIA).

연료란 연소를 통해 에너지를 만들어내는 물질을 말한다. 연소는 연료의 탄소와 수소 성분이 산소와 결합하면서 열을 방출하는 과정인데, 이러한 연소는 물리적 또는 전기적 형태의 열(heat)과 동력(power) 에너지를 공급한다. 에너지 통계에서는, 엄밀하게 사용할 경우, 에너지란 열과 동력만을 의미하며 연료를 포함하지 않는다.

연료와 열, 동력을 모두 포함할 때는 에너지 상품(energy commodities)이라고 한다 (IEA, 2005). 에너지 상품 외에도 에너지 캐리어(energy carrier), 에너지 벡터(energy vector), 에너지 웨어(energy ware), 에너지 원(energy source) 등의 용어가 사용되기도 한다. 이는 에너지를 공급하기 위해 소비 또는 전환될 수 있는 물질이나 자연현상으로 정의하기도 한다. EIA에서는 에너지를 공급하는 물질의 의미로 에너지 원(energy sources)이라는 용어를 사용한다. 에너지의 물리적, 화학적, 기계적 성질을 이해하는 것이 에너지 통계를 이해하는데 도움이 되긴 하지만, 에너지 통계에서 관심을 갖는 것은 시공간에 존재하는 에너지가 아니라 경제적 의미를 갖고 있거나 가질 수 있는 에너지 상품과 그 상품의 흐름이다.

하지만 일반적으로는 에너지와 에너지 상품이 특별한 구분 없이 사용된다. 우리나라의 <에너지법>에서 정의하는 에너지는 에너지 상품을 의미하며¹, 사람들이 “석유 에너지”, “원자력 에너지”라고 할 때 에너지는 에너지 상품 또는 에너지 원(energy sources)의 의미로 사용되는 경우이다. 비슷한 상황으로 전기, 전기 에너지, 전력, 전력량 등의 용어가 뒤섞여 사용되기도 한다. 본 보고서에서는 전기 에너지를 전달하는 상품의 명칭으로 ‘전기’를 사용하고 있다. 필요한 경우 ‘전력’과 ‘전력량’도 사용되는데, 전력은 단위 시간(초, second) 공급되는 전기 에너지(kW), 전력량은 일정 시간(hours) 사용한 전력의 양(kWh)을 의미한다. 한편, 에너지 통계에서는 에너지용과 비에너지용으로 사용하는 에너지 상품 사용을 모두 포함한다.

일차 에너지 상품과 이차 에너지 상품 (Primary and Secondary Energy Commodities)

에너지 상품을 분류하는 기준은 다양하지만, 대표적으로 사용되는 기준 하나는 일차 에너지 상품과 이차 에너지 상품이다. 원유, 고체연료, 천연가스와 같이 자연자원에서 직접 채취한 에너지 상품을 일차 에너지 상품이라 하며, 일차 에너지 상품에서 생산된 모든 에너지 상품을 이차 에너지 상품이라고 한다. 이차 에너지 상품은 다른

¹ 우리나라의 <에너지법>에 의하면 에너지란 연료·열·전기를 말하며, “연료”란 석유·가스·석탄, 그 밖에 열을 발생하는 열원으로 제품의 원료로 사용되는 것은 제외한다고 정의한다.

이차 에너지 상품의 전환으로 생성되기도 한다. 원유(일차)에서 석유제품(이차)을 생산하거나 원료탄(일차)을 코크스(이차)로 전환하는 일, 또는 석유 연료(이차)를 이용하여 전기(이차)를 생산하는 것들이 그 사례들이다.

전기나 열은 모두 일차나 이차 형태로 생산될 수 있다. 일차 전기는 수력, 풍력, 태양, 조력 그리고 파력과 같은 자연자원에서 얻어진다. 이차 전기는 핵 연료의 핵 반응열, 지열, 태양열 등의 열이나 가연성 연료의 연소를 통해 얻은 열을 이용하여 생산한다. 일차 열은 지열 저장소나 핵 반응기에서 발생되며, 태양의 복사에너지를 열로 변환하는 태양열 패널에서도 생산된다. 일차 전기나 일차 열은 자연자원에서 얻어졌기 때문에 국가 에너지 상품 공급에 추가되는 “새로운(new)” 에너지이지만² 이차 전기나 이차 열은 이미 국가 에너지 통계에 포함된 에너지 상품의 사용으로 발생한 것이기 때문에 공급에 추가되지 않는다. 일차 전기나 일차 열은 상품 흐름의 ‘국내 생산’으로 기입된다. 하지만 핵 연료나 일부 바이오 에너지 상품의 원료는 대부분 수입에 의존하기 때문에 에너지 수입 의존도를 계산할 때는 에너지 상품의 원천을 파악할 필요가 있다.

공기나 물(풍력, 수력, 파력, 조력 발전 등)을 이용하여 구동되는 기기에서 에너지를 얻는 경우는 거의 모든 경우에 기기 구동 부분들의 역학적 힘이 대부분 전기 에너지를 생산하는데 사용된다. 수력, 풍력, 조력의 에너지 형태는 이들이 생산하는 전기 에너지이며, 발전에 사용되기 전 역학적인 동력에 대한 표현 수단은 달리 없다. 에너지 통계에서 기계적 에너지는 필요가 없기 때문에 일차 에너지 상품 형태로 채택하지 않는다. 이러한 기기에서 생산된 일차 전기는 생산 과정에서 열을 필요로 하지 않기 때문에 비열원(non-thermal) 전기라 일컫는다. 햇빛을 전기로 직접 변환하는 광전지(PV)의 전기 에너지는 일차 에너지로 간주되고, 비열원 전기원에 포함된다. 열원(thermal) 전기는 앞서 사례로 든 일차 또는 이차 열을 이용하여 생산한 전기이다. 핵 에너지에 대한 형태는 명백하게 규정하기 어렵다. 사용된 핵 연료가 갖고 있는 열의 양 대신 반응로에서 터빈으로 이동하는 증기의 열량이 일차 에너지 상품으로 사용된다.³

EIA의 경우 에너지 원을 재생에너지 원(renewable sources), 비재생에너지 원(non-renewable sources) 그리고 이차 에너지 원(secondary sources)으로 구분한다. 재생에너지 원과 비재생에너지 원은 유효 에너지(useful energy)를 직접 생산하거나 전기 같은 이차 에너지 원을 생산하기 위한 일차 에너지 원으로 사용된다. 여기서 유효 에너지란 사용 가능한 에너지(useable energy)를 말하며, EIA는 이차 에너지 원을 전기와 수소로 구분한다. 일차 에너지 원(예, 석탄)에서 나온 이차 에너지 원(합성가스)으로 생산했을 경우 삼차 에너지 원(tertiary energy source)이라고 하기도 한다. IEA의 구분과 달리, EIA의 재생에너지 원과 비재생에너지 원은 일차와 이차 에너지 상품을 모두 포함하고 있다. 반면, IEA의 일차 및 이차 에너지 상품은 재생에너지 원과 비재생에너지 원을 모두 포함한다.

² 여기서 “새로운(new)” 에너지는 <신재생에너지법>에서 정의하는 “신”에너지와는 다른 개념이다. <신재생에너지법>의 신에너지는 기존에 없던 새로운 형태의 에너지를 의미한다.

³ IEA에서는 증기의 열량을 측정하여 원자력의 에너지 양으로 기입할 것을 권고하고 있다. 우리나라에서는 화력 발전의 평균 효율을 적용하여 증기의 양을 역추정하는 방식을 사용하고 있다. ‘부분 대체 방법’ 참조.

화석 연료와 재생에너지 (Fossil Fuels and Renewables)

일차 에너지 상품은 재생에너지와 비재생에너지로 구분할 수 있다. 비재생에너지는 화석 연료와 핵 에너지 그리고 일부 폐기물 에너지를 포함한다. 화석 연료는 오래된 지질층의 바이오매스에서 형성된 천연자원이며, 또한 일차 화석 연료에서 제조한 이차 연료의 경우도 화석 연료라고 부른다. 지열의 경우는 다르지만, 재생에너지는 지속적으로 이용 가능한 태양과 중력 에너지의 현재 또는 최근의 흐름에서 직간접적으로 추출한 에너지이다. 예를 들어 바이오매스의 에너지 양은 식물의 성장기간 동안 사용한 햇빛에서 비롯된다.

우리나라는 <신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법>(이하 신재생에너지법)에서 “신에너지란 기존의 화석 연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지”이며, “재생에너지란 햇빛·물·지열·강수·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지”로 정의하고 있다.⁴ 신에너지는 화석 연료를 기반으로 생산되는 이차 에너지 상품이기 때문에 국가 에너지 공급에 합산할 경우 중복 문제가 발생한다.⁵ 따라서 에너지 통계에서는 중복 문제를 제거하기 위해 신에너지를 적절히 처리할 필요가 있다. 비슷한 문제가 수력의 양수 발전에서도 발생한다.

자연에서 직접 얻는 지열, 태양열, 태양광, 풍력, 해양에너지, 수력의 경우 생산된 일차 열 또는 일차 전기가 재생에너지 공급량이 된다. 폐기물이나 바이오 에너지의 경우 투입된 물량의 실제 열량을 측정할 수 없기 때문에 물질의 화학적 열량이 아니라 생산된 열량을 재생에너지 공급량으로 취급한다. 우리나라의 경우 재생에너지 공급량은 생산 또는 투입 열량을 기준으로 계산한다. 즉, 열 생산의 경우 생산된 열량이 재생에너지 공급량이 되고, 발전의 경우 전기를 생산하기 위해 필요한 열량을 역추정하여 재생에너지 공급량을 계산한다. 이러한 방식을 부분 대체 방법이라고 하며 아래에서 조금 더 자세히 설명하고 있다. 단, 물질의 물량과 열량을 알 수 있는 석탄가스 및 정제가스는 생산 물량을 에너지 생산량으로 계산한다.

□ 부분 대체 방법과 물리적 에너지 함량 방법 (Partial substitution method and physical energy content)

앞서 에너지 통계에서 일차 에너지 상품의 형태를 어떻게 정의하는지, 일차 에너지 상품 생산이 어떤 지점에서 통계적인 목적으로 측정되는지에 대해 서술하였다. 부분 대체 방법(partial substitution method)과 물리적 에너지 함량 방법(physical energy content)은 일차 에너지 상품의 생산에 대해 에너지 값을 부여하는 서로 다른 방법론이다. 이를 에너지 통계에서 처리하는 방법은 부분적으로는 합의의 문제이다. 이러한 합의는 일차 에너지 상품의 특징과 생산량 모두에 영향을 미친다.

⁴ 신에너지는 수소에너지, 연료전지, 석탄합성가스, 재생에너지는 태양에너지, 풍력, 수력, 해양에너지, 지열, 바이오 에너지, 폐기물 에너지(비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외)를 포함하고 있다.

⁵ 예를 들어, 수소에너지나 연료전지는 천연가스 또는 부생가스에서 생산하는 수소를 사용하는 것이고 석탄합성가스는 석탄을 이용하여 생산하기 때문에 천연가스 및 석탄 통계와 중복된다. 한편, 폐기물 에너지에 포함되는 폐가스는 철강 생산 공정에서 발생하는 석탄가스와 석유정제 공정에서 발생하는 정제가스로 구성되어 있기 때문에 석탄 통계 및 석유 통계와 중복된다.

부분 대체 방법은 일차 전기 생산량에 대해 가연성 연료를 사용하는 화력 발전소에서 같은 양의 전기를 생산하는데 필요한 연료의 양과 동일한 가상의 에너지 값을 부여하는 방법이다. 우리나라 열량 환산 계수 측정에 사용되고 있으며, 미국에서도 일차 에너지 생산을 계산할 때 부분 대체 방법을 사용하고 있다. 부분 대체 방법의 장점은 일차 전기 생산의 변화로 인해 국가의 총 에너지 공급이 변동하는 것을 줄여준다는 점이다. 이러한 변동은 특히 가연성 연료를 이용한 전기 생산의 비중이 큰 국가에서 종종 나타난다. 예를 들어, 가뭄으로 인해 수력 발전이 줄어들면 가연성 연료를 이용한 전기 생산을 증가시키거나 전기를 수입해야 한다. 하지만 화력 발전의 낮은 효율로 인해 수력 발전의 손실을 채우기 위해 훨씬 더 많은 가연성 연료를 사용하게 된다. 이러한 불균형은 부분 대체 방법을 이용하여 어느 정도 보완될 수 있다. 하지만 이러한 방식은 수력 발전의 비중이 큰 국가인 경우 별 차이가 없다는 점과 일차 전기에 부여한 가상의 대체 값이 임의적이고 근거가 없다는 점 때문에 IEA에서는 더 이상 사용하지 않는 방법이다. 한편, 부분 대체 방식으로 일차 전기를 국내 생산에 기입하는 것은 국가 총 에너지 공급에서 차지하는 일차 에너지 상품의 비중을 증가시키는 요인이 된다.

현재 IEA에서 채택하고 있는 물리적 에너지 함량 방법은 일차 에너지 형태의 물리적 에너지 값을 생산량으로 사용하는 방법이다. 예를 들어, 일차 전기의 경우 물리적 에너지 함량은 단순히 에너지 원의 총 발전량이다. 물리적 에너지 함량 방법을 사용할 경우 일차 전기가 국가에서 사용하는 다양한 전력 생산원에서 차지하는 비중을 표시할 때 주의가 필요하다. 일차 전기에 대해서는 밸런스 내에서 전환 공정이 없기 때문에 열원 전기와 일차 전기의 비중은 투입 연료를 기준으로 계산할 수 없다. 대신 에너지 원에 따라 구분된 화력 발전의 발전량을 이용하여 다양한 기여도를 계산해야 한다. 일차 열(핵 반응열 및 지열)에서 생산된 전기의 경우 생산된 열이 일차 에너지가 되는데, 터빈으로 들어가는 열의 흐름을 측정하기 어렵기 때문에 종종 열 투입량을 추정하게 된다.⁶ 핵 반응로에서 나오는 증기를 에너지 통계에서 일차 에너지 형태로 취급하여 국내 생산으로 기입하는 것은 대부분의 국가들이 핵 연료를 수입에 의존하는 상황에서 국가의 에너지 해외 의존도를 크게 만드는 요인이 된다.

물량과 열량 (Quantities and Energy Values)

에너지 상품의 생성 및 소멸 과정의 주요 지점별 에너지 흐름을 통계로 처리할 때 해당 에너지 상품의 특성이 일생 동안 변화되지 않고, 해당 물량은 그 공급원이나 사용 형태에 관계없이 동일한 단위로 표현되어야 한다. 에너지 상품의 생산, 거래, 소비 과정을 일정 지점에서 측정할 때 연료의 물리적 상태(고체, 액체 또는 기체)에 가장 적절한 단위를 사용하는데, 이러한 단위로 보통 연료의 자연 단위(natural units, 혹은 물리적 단위[physical units])가 이용된다. 고체 연료는 무게, 액체와 가스는 부피, 전기 에너지는 에너지 단위인 kWh, 증기의 흐름에 있는 열의 양은 칼로리(calorie) 나 줄(joule)로 표현된다. 증기에 포함된 열의 양을 제외하고는 열의 흐름을 직접

⁶ EU 회원국의 경우 매 월 핵 발전소에서 생산되는 증기의 양을 Eurostat에 보고하고 있다. 이러한 정보가 없을 경우 IEA에서는 생산 발전량에 화력 발전의 효율인 33%를 적용하여 일차 열 생산을 계산한다. 반응로에서 나온 열의 일부를 발전이 아니라 다른 목적으로 사용한 경우 그 양을 더해준다. 지열의 경우도 유사한 역계산 방법을 사용하는데, 지열의 경우 IEA에서는 10%의 효율을 적용하고 있다.

개정에너지밸런스 설명자료

측정하지 않고 대신 열을 생산하기 위해 사용한 연료로 추정한다. 또한 부피 단위는 압력이나 온도에 따라 변화하기 때문에 가능하면 질량이나 에너지 단위로 표현한다.

자연 단위로 표현된 연료의 크기는 에너지 단위로 환산함으로써 연료별 크기를 비교하거나 효율을 추정할 수 있다. 에너지 단위를 사용하면 상이한 물리적 상태에 있는 에너지 상품들의 에너지량을 합산할 수 있다. 이는 상품 밸런스를 이용하여 에너지 밸런스를 작성하기 위한 기본 작업이기도 하다. IEA나 Eurostat는 밸런스 작성에 석유환산톤(tonnes of oil equivalent)을 에너지 단위로 사용하며, EIA는 주로 영국열량단위(Btu, British thermal unit)를 에너지 비교 단위로 사용한다. 자연 단위 또는 중간 단위로부터 에너지 상품의 크기를 에너지 단위로 환산하기 위해서는 에너지 상품 한 단위로부터 얻는 열을 표현하는 환산계수가 필요하다. 우리나라는 매 5년마다 국가에서 공식적인 열량 환산 계수를 발표하고 있으며, 국가 에너지 통계에서는 정부의 고시 열량표를 이용하여 에너지량을 환산한다.⁷ IEA에서는 각 회원국의 에너지 통계 자료를 받을 때 국가 고유의 열량 환산 계수가 있으면 이를 우선 적용할 것을 권고하고 있다.

□ 총발열량과 순발열량 (Gross and net calorific values)

대부분의 연료는 탄소와 수소의 결합물이며 연료가 연소하는 과정은 탄소와 수소가 산소와 결합하는 과정이다. 수소가 산소와 결합할 때 증기 상태의 수분이 형성되고, 수증기는 연소가 일어나는 설비에서 발생하는 배기가스와 함께 사라진다. 배기가스가 냉각될 때 수증기는 액체 상태로 응축되며 열을 발산하는데, 이를 '잠열(latent heat)'이라고 한다. 총발열량은 이러한 잠열을 포함한 열량으로 연료에서 방출되는 모든 열을 말하며, 순발열량은 수증기의 잠열을 제외한 열량이다. 순발열량은 보통 고체 및 액체 연료는 총발열량의 5~6%, 천연가스는 약 10%의 차이가 나는 것으로 알려져 있다 (IEA, 2005). 우리나라의 열량 환산 계수와 국가 에너지 밸런스는 총발열량을 기준으로 작성되고 있다.

□ 에너지 열량 환산 기준

우리나라 에너지 열량 환산 기준은 <에너지법 시행령> 제15조제1항과 <에너지법 시행규칙> 제5조에 따라 매 5년마다 한국에너지공단에서 작성하여 발표하고 있다. 가장 최근의 열량표는 2017년 고시된 열량표이며 자세한 열량 환산 기준은 부록에 첨부하였다. 에너지 밸런스 작성을 위해서는 과거 고시 열량에 포함되지 않은 에너지 상품은 최근 고시 열량을 적용하며 최근 고시 열량에도 포함되지 않은 에너지 상품에 대해서는 IEA의 평균 밀도 및 열량을 준용한다.

⁷ IEA에서는 고정 열량 환산 계수를 사용한다.

3. 에너지 밸런스

개별 에너지 상품들이 특정 시간적, 공간적 범위에서 얼마나 공급되고 어디서 소비되는지 나타내는 수지표를 상품 밸런스라고 한다. 자연 단위를 이용하여 표시된 개별 상품 밸런스를 에너지 단위로 전환한 후 적절한 변형을 거쳐 하나의 행렬 형태의 표로 만든 것을 에너지 밸런스라고 한다. 일반적으로 에너지 밸런스는 한 국가에서 일 년 간 공급되고 소비되는 모든 에너지 상품을 하나의 표로 나타낸 것을 말한다. 에너지 밸런스는 에너지 상품을 횡축에 상품의 흐름을 종축에 두고 어떤 에너지가 무슨 원천에서 공급되고, 어느 경로를 거쳐서 바뀌게 되며, 어디서 소비되는지를 표시한다.

상품의 흐름 (Commodity Flow)

국가는 천연 매장지역에서 채굴한 화석 연료나 생물권(biosphere)에서 취득한 바이오 연료를 사용하며, 부족한 에너지 상품은 수입하고 여분의 에너지 상품은 수출하기도 한다. 일차 에너지 상품은 사용, 보관, 교환의 편리를 위해 다른 이차 에너지 상품으로 전환된다. 상품의 흐름은 에너지 상품이 생성되고 사라지는 동안에 기록되는 주요 지점을 의미한다. 에너지 통계에서 고려하는 에너지 상품의 주요 흐름은 크게 공급, 전환, 최종 소비 등으로 구분할 수 있다. 이와 유사한 상품의 흐름이 열과 전기에 대해서도 적용된다.

통계적 관점에서 에너지 상품의 흐름을 처리할 때 중요한 기준은 해당 에너지 상품의 특성이 일생 동안 변하지 않고, 공급원이나 사용 행태에 관계없이 동일한 단위로 표현되어야 한다는 것이다. 이러한 특성으로 인해 하나의 에너지 상품에 대한 공급과 소비 모두가 하나의 열에 표현된다. 하나의 에너지 상품에서 다른 에너지 상품으로 이동하는 것을 에너지 전환이라고 한다. 에너지 상품의 특성은 에너지 생산 능력에 영향을 미친다. 예를 들어, 갓 채굴한 석탄은 석탄이 아닌 물질을 함유하고 있고 판매 전에 이를 제거해야 하기 때문에, 채굴된 석탄은 소비된 석탄과 같지 않다. 결과적으로 에너지 통계에서 다루는 석탄 생산량은 세척 및 선탄 과정을 거친 석탄의 양이 된다.

한 국가라고 함은 일반적으로 국경의 개념과 비슷하지만 반드시 일치하는 것은 아니다. 에너지 상품의 수출입은 통관을 기준으로 작성되고, 국가간 이동을 위해 사용되는 항공 및 해운 연료는 국제 병커링 항목으로 사전에 차감하여 에너지 소비에서 제외하는데, 이는 지리적으로 국경을 기준으로 작성된다고 할 수 있다. 물론 국가 내 지역을 특정 기준에 따라 구분하여 상품의 흐름을 표시할 수도 있다. 한편, 우리나라의 경우 국제법 상으로는 북한과 별개의 국가이지만 국내법에 따르면 특수 관계이기 때문에 북한과의 에너지 상품 교역에 대한 성격 규정이 필요하다.⁸

개정된 우리나라의 밸런스에서는 상품 밸런스와 에너지 밸런스가 동일한 상품 흐름의 구조와 정의를 사용한다. 밸런스에 적용되는 상품 흐름에 대해서는 ‘밸런스의 행 구조’에서 자세히 다루고, 여기서는 상품 흐름에서 사용되는 주요 용어의 개념 및 방법론을 설명한다.

⁸ 과거 개성공단에 공급되었던 전기는 국내 전기 소비로 취급하였다.

□ 일차 에너지 공급과 일차 에너지 소비 (Total primary energy supply and total primary energy demand)

일차 에너지 공급은 국내 자연자원에서의 생산을 비롯하여 경제 외부로부터 공급된 에너지 상품 흐름의 합계를 말한다. 여기서 일차는 '초기' 공급의 개념으로 일차 에너지 상품과 이차 에너지 상품을 모두 포함한다.⁹ 반면, 일차 에너지 소비는 경제 내부에서 발생하는 에너지 상품 흐름의 합계를 의미한다.

일차 에너지 공급과 일차 에너지 소비는 국가의 에너지 사용 총량을 어떻게 계산하는지에 따라 구분된다. 에너지 상품은 국내생산, 대외거래, 국제병커링, 재고 등의 '공급 원(sources of supply)'을 통해 한 국가에 공급되는데 이들의 합계가 바로 일차 에너지 공급이 된다. 이때, 국내생산은 일차 에너지 상품 생산을 의미한다. '공급 원'은 국내에서의 에너지 전환 공정을 통한 상품 공급이 이루어지기 전 단계에서 계산된 에너지 상품의 공급량이다. 일차 에너지 소비는 에너지 전환을 위한 에너지 상품의 투입 또는 산출, 에너지 산업을 포함한 모든 부분의 에너지 상품 소비, 공급과 소비 사이에서 발생하는 손실을 합산한 소비량이다. 일차 에너지 공급 및 '상품간 이동'의 합계와 일차 에너지 소비의 차이가 '통계 오차'이다.

각 에너지 상품마다 국내에 공급된 총량은 '공급 원'뿐만 아니라 전환 공정을 통해 생산·공급한 양을 합해서 파악할 필요가 있다. 밸런스에는 명시되지 않은 항목이지만, 이를 '총 공급(total supply)'이라고 하며¹⁰, 정확히는 '공급 원', 전환 공정의 이차 연료 생산량, 그리고 '상품간 이동'의 합계이다. 국가의 '총 수요(total demand)'는 일차 에너지 소비와는 달리 전환 투입, 에너지 산업 자체 소비, 손실, 최종 소비의 합계이다. '총 공급'과 '총 수요'의 차이로 계산한 '통계 오차'는 일차 에너지 공급 및 일차 에너지 소비로 계산한 통계 오차와 동일하다.

일차 에너지 공급과 일차 에너지 소비 또는 총 공급과 총 수요 중에서 어느 것을 사용해야 하는지에 대해 사용자의 혼돈이 발생할 수 있다. 보통, 국가의 에너지 사용 총량을 의미할 때 또는 국가간 비교에는 일차 에너지 공급(또는 총 공급)을 사용한다. 이는 에너지 상품의 통계 오차는 집계 상의 문제이고 밸런스 작성 국가에서 관리할 책임이 존재하기 때문이다. 하지만 비슷한 이유로 인해, 국가의 에너지 소비를 분석하고 전망할 경우의 총량은 일차 에너지 소비(또는 총 수요)를 사용하기도 한다.

□ 전환 공정 (Transformation processes)

전환 공정이란 일차 에너지 상품 또는 이차 에너지 상품을 물리적 또는 화학적 방법으로 다른 이차 에너지 상품으로 바꾸는 과정을 말한다. 에너지 전환의 대표적인 사례로 석탄을 이용한 코크스 제조와 연료 연소를 통해 생산한 증기를 이용한 발전을 들 수 있다. 두 가지 모두 에너지 전환에 포함되지만 본질적인 차이가 있다.

⁹ 우리나라를 비롯하여 일부에서는 일차 에너지 소비와 구분되는 개념으로 최종 에너지(final energy)라는 용어를 종종 사용한다. 최종 에너지는 최종 소비 부문에서 사용하는 에너지란 의미이다. 이는 최종 소비 중에서 비에너지 사용과 구분하여 최종 에너지 소비(final energy consumption)라고 한 항목에서 유래한 것으로 짐작된다.

¹⁰ IEA에서는 이를 국내 공급(domestic supply)이라고 한다. IEA는 상품 밸런스의 '생산' 항목을 일차 상품과 이차 연료를 포함하는 것으로 정의하고 있기 때문에 '공급 원'과 '상품간 이동'을 합하여 국내 공급을 계산한다. 반면, 에너지 밸런스의 '생산'에는 일차 상품만을 기입한다.

코크스 제조는 분리과정인 에너지 전환으로, 석탄에 있는 대부분의 탄소는 코크스에 남고 수소 성분은 일부 탄소와 함께 코크스로 가스 및 다른 제품으로 생성된다. 투입과 산출 제품 모두 연료로 간주되지만, 에너지 전환 과정에서 연소가 발생되지 않는다. 반면, 연료 연소로 발전을 하는 것은 연료 연소 과정에 생산된 열 에너지의 일부가 전기에너지로 전환되는 것을 말한다. 연료에 있던 탄소와 수소는 이산화탄소와 수증기로 대기에 배출되고 생산된 전기 에너지로 이전되지는 않는다.

열 플랜트에서 열을 생산하는 것 또한 연소의 결과이며 전환 사업자나 최종 소비자가 열을 생산하는 방식은 동일하다. 하지만, 판매용 열을 생산하는 것은 전환 활동으로 취급하여 판매 열을 생산하기 위해 소비된 연료는 전환 부문에 포함하고 생산된 열을 최종 소비 부분의 소비로 기록한다. 이는 발전 전체를 전환 활동으로 취급하는 것과 분명하게 다른 점이다. 전기와 열의 생산 및 소비를 처리하는 방법이 다른 것은 에너지 통계가 에너지 상품의 통계이기 때문이다. 즉, 연료를 연소하여 열을 얻는 것은 에너지 전환이 아니라 에너지를 얻기 위한 행위 자체이지만, 발생한 열을 판매하는 경우 그 열은 에너지 상품으로 취급된다. 만약 판매용 열을 전환 공정에서 처리하지 않을 경우 업체의 연료 소비는 과대 계상되고 소비자가 소비한 열은 과소 계상된다.

상품 흐름은 전기 및 열 생산 부분을 에너지 원(energy source), 생산 방식(plant type), 생산자 유형(function of the producer)에 따라 세분화하고 있다. 에너지 원은 운동 에너지(예, 수력, 풍력), 열 에너지(예, 원자력, 지열), 연료 등 전기 및 열을 생산하는데 사용하는 에너지 상품을 말하고, 생산 방식은 발전 전용(electricity-only), 열병합발전(CHP), 열생산 전용(heat-only)으로 구분한다. 또한 생산자 유형은 생산 목적에 따라 사업자 생산(main activity producer)과 자가 생산(autoproducer)으로 구분한다. 전기 및 열 생산 부분의 세분화에 대해서는 '밸런스의 행 구조'에서 자세하게 설명한다.

□ 투입 연료의 배분

열병합발전의 경우 전기와 판매 열의 생산에 사용된 연료를 분리할 필요가 있다. 이는 IEA의 요구 사항이기도 하지만, 생산된 열의 일부를 판매하고 나머지를 자가 소비할 경우 이에 해당하는 연료 소비량을 전환 투입과 최종 소비(또는 에너지 산업의 자체 소비)로 배분하는데도 동일한 방법이 적용된다. 열병합발전의 연료 소비를 전기와 열, 그리고 판매된 열과 소비된 열로 배분하는 방법으로 UNIPED(International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy)의 방법을 사용하는데, IEA에서는 국가에서 사용하는 특별한 방법이 없을 경우에만 이 방법을 적용하도록 권고하고 있다.

우선, 열병합발전 공정의 총 효율은 다음과 정의된다.

$$e = (E + H) / F$$

여기서 E는 전기 생산량, H는 열 생산량, F는 전환 공정의 연료 소비량이다. UNIPED의 정의에 따라 전기 및 열 생산에 사용된 연료를 계산하는 것은 다음과 같다.

$$F_h = H / e = F [H / (E + H)] \qquad F_e = F - H / e = F [E / (E + H)]$$

개정에너지밸런스 설명자료

즉, UNIPEDE의 방법은 전기 및 열을 생산하는데 필요한 연료 소비량을 전기와 열의 생산 비율에 따라 비례 배분하는 방법이다. 이는 쉽게 결과를 얻을 수 있는 장점이 있지만 열병합발전 공정의 발전 공정과 열 회수 공정의 효율을 동일하게 가정하고 있다는 문제가 있다. 실제로는 전기 생산의 효율과 열 생산의 효율이 다르기 때문에 설비 효율을 이용하여 발전에 사용된 열의 양을 추정하는 방법을 적용할 수도 있다. 이를 에카버트 방법(Ecabort method)이라고 한다. 우선, 열 생산에 필요한 연료의 열량(F_h)을 생산된 열과 보일러 효율(R_h)을 이용하여 계산한다.

$$F_h = F / R_h$$

여기서, R_h 는 열병합발전 공정의 보일러 효율이며 일반 보일러의 효율을 적용할 수도 있다. 전기 생산에 투입된 열(F_e)은 열 생산에 투입된 열을 제외한 양이며, 열병합발전의 발전 효율(R_e)은 다음과 같이 계산한다.

$$F_e = F - F_h \quad R_e = E / F_e$$

연료 배분 방법은 열병합발전의 연료 배분뿐만 아니라 연료 혼소 발전의 연료별 생산량 계산에도 적용된다. 개정 밸런스에서는 연료 혼소의 경우 보일러의 효율과 발전기의 효율을 구분할 필요가 없기 때문에 UNIPEDE 방법을 적용하여 연료별 전기 생산이나 열 생산을 계산한다. 하지만 열병합발전의 산출물에 대한 연료 배분이나 효율 지표를 계산할 때는 에카버트 방법을 적용하고 있다.

□ 최종 소비 (Final consumption)

최종 소비는 연료의 전환 또는 전환을 위한 활동이 아닌 다른 경제 활동 및 생활을 위해 에너지 상품을 에너지 또는 비에너지의 목적으로 소비하는 것을 말한다. 에너지 상품은 최종 소비 부분에서 모두 소비되고 다른 에너지 상품으로 전환되지 않는 것으로 간주되기 때문에 최종 소비 부분을 통해 에너지 상품은 에너지 계정에서 사라진다. 물론, 실제로는 에너지 상품을 사용함으로써 에너지가 소멸되는 것이 아니라 다양한 형태의 다른 에너지로 전환된다. 일차 전기나 열을 통계 처리할 때와 마찬가지로 최종 소비로 인해 전환된 물리적 또는 화학적 에너지는 통계적으로 처리할 방법이 없기 때문에 상품 흐름에서 사라지는 것으로 표현된다. 에너지 목적의 최종 소비를 최종 에너지 소비, 비에너지 목적의 최종 소비는 비에너지 사용으로 구분한다.

최종 소비된 에너지 상품의 통계는 보통 해당 에너지 산업의 판매 자료를 통해 얻을 수 있으며, 최종 소비자에 대한 분류는 표준산업분류를 따른다. 하지만 에너지 판매 업체의 산업 분류가 항상 표준산업분류에 일치하는 것은 아니며 종종 경영 목적의 자체 분류를 따르는 경우도 있기 때문에 판매 업체의 세부 자료를 가능한 수준에서 확인할 필요가 있다.

한편, 다양한 에너지 상품들이 비에너지용 목적으로 사용되기도 한다. 비연료용 제품 제조의 재료(원료용 사용), 윤활유나 그리스 같은 에너지 상품의 물리적 성질, 용제 같은 용제 성질 등이 에너지 상품을 비에너지용 목적으로 사용하는 이유이다.

납사 등과 같은 석유제품이나 천연가스에서 생산한 에탄 등은 석유 정제 증기 분해 공정의 중요 원료로 사용되는데, 생산된 중간 화학제품(기초유분) 외 부산물은 정제 공정으로 다시 돌려보내거나 연료로 사용한다. 이 때 정제 공정으로 다시 보낸 양을 ‘환류(backflows)’라고 한다. 석유 통계에서는 중복 계산을 피하기 위해 전환 공정에 포함되는 환류의 양을 정확히 파악할 필요가 있다. 순수하게 석유화학 제품을 생산하는데 사용한 납사는 비에너지 사용으로 기입한다.

상품 밸런스 (Commodity Balances)

상품 밸런스는 각 에너지 상품들의 공급과 사용에 대한 정보를 자연 단위로 표현한 밸런스 형태의 에너지 통계로, 각 에너지 상품들의 통계 완결성을 확인하고 핵심 자료들을 쉽게 추출할 수 있게 한다. 즉, 상품 밸런스는 개별 에너지 상품들에 대해, 그 상품의 고유 단위로, 특정 기간 동안, 지정된 상품 흐름마다, 그 양을 표시한 수치표이다. 앞서 설명한 것처럼 하나의 에너지 상품은 그 생성과 소멸까지 동질적이기 때문에 상품 밸런스는 하나의 ‘열(column)’에 표시된다. 국가는 사용하는 모든 에너지 상품들에 대해서 국가 단위 혹은 지역 단위로 개별적인 에너지 상품 밸런스를 작성해야 한다. 물론 작업 목적 상 일부 상품은 합산하여 작성할 수도 있다. 상품 밸런스는 국가 에너지 통계의 기본 바탕이며 에너지 밸런스를 작성하기 위한 중요 회계 계정이다.

상품 밸런스 통계의 질은 통계 오차 항목을 통해 점검할 수 있다. 통계 오차가 클 경우 어느 자료에 문제가 있는지 혹은 불충분한지를 추적해야 한다. 하지만 통계 자료를 항상 수정할 수 있는 것은 아니며, 그런 경우 통계 오차를 그대로 수용해서 문제의 크기를 나타낼 수 있도록 놔두어야 한다. 통계 오차의 문제를 해결할 것인가를 결정하는 것은 판단의 문제이다. IEA에서 권고하는 판단 기준은 에너지 상품의 공급 크기에 따라 주요 상품일 경우 통계 오차가 1% 이내, 그렇지 않을 경우 10% 수준이다. 상품 밸런스의 통계 오차가 영일 경우를 폐쇄 밸런스(closed balance)라고 하는데, 이러한 이상적인 상황은 대부분의 경우 밸런스 내의 일부 수치들이 균형을 맞추기 위해 추정되었다고 의심할 수 밖에 없다. 이런 경우는 보통 밸런스를 만들기 위한 모든 자료를 단일 보고자가 작성할 때 발생한다. 통계를 보고하는 사업자들이 직면한 문제를 인정하고 통계에 대한 정보를 얻기 위해서는 계정의 균형을 맞추기 위해 어떤 수치들이 추정되었는지 파악해야 한다.

에너지 밸런스 (Energy Balances)

연료를 이용하는 이유는 열을 발생시키는 성질 때문이며 연료들은 다른 연료들로 전환시킬 수 있기 때문에 에너지 상품의 공급과 소비 자료를 에너지 단위로 표현하는 것은 여러 가지로 도움이 된다. 에너지 밸런스는 에너지 단위로 표시된 상품 밸런스를 결합한 표이다. 상품 밸런스를 이용하여 에너지 밸런스를 작성함으로써 자료의 정확성을 추가적으로 확인하고 상품 밸런스에는 표시되지 않는 자료 간의 관계를 보여줄 수 있다. 에너지 밸런스를 통해 사용자들은 연료 전환 효율이나 국가 경제에 기여하는 연료들의 상대적 중요성을 파악할 수 있다. 또한 에너지 밸런스는 일인당 소비, 에너지 원단위 같은 에너지 소비와 관련된 다양한 지표들을 계산하는 출발점이다. 그리고 앞서 설명한 것처럼 전환 공정에서 큰 폭의 에너지 증가나 에너지 손실은 자료의 문제를 나타내기 때문에 자료의 정확성을 더 높은 수준에서 확인할 수 있다.

개정에너지밸런스 설명자료

에너지 밸런스는 자연 단위로 표시된 상품 밸런스들을 에너지 단위로 환산한 후 구조를 재편성하여 작성된다. 구조의 재편성은 환산된 상품 밸런스를 적절한 순서로 나열하고 특정 행들을 재정리한 후 전환 부문에 부호 관계를 부여하는 작업이다. 하지만 실제 상품 밸런스와 에너지 밸런스의 작성 과정은 별개의 과정이 아니라 동시에 이루어진다. 이는 상품 흐름이 세분화될수록 에너지 통계의 기입이 다수의 자료에 대한 종합 검증을 거쳐야 하기 때문이다.

기존 관례나 목적에 따라 에너지 밸런스 작성 기관들은 서로 다른 형태의 에너지 밸런스를 작성할 수 있다. 또한 과거에 없었던 새로운 형태의 에너지 상품이나 에너지 생산/소비 형태가 발생할 경우 에너지 밸런스는 이를 수용하기 위해 언제든지 변경 가능하다. 에너지 밸런스는 국제적으로 하나의 표로 규정되어 있지 않으며 각 국가마다 고유한 특성을 반영하여 에너지 밸런스를 작성하고 있다. 하지만 IEA에서는 회원국을 대상으로 동일한 작성 방식을 적용하여 동일한 형태의 에너지 밸런스를 작성함으로써 국가간 비교가 가능한 에너지 밸런스를 제공하고 있다.

IEA와 Eurostat(유럽연합)의 에너지 밸런스가 다른 점은 대표적으로 상품 밸런스에서 일차와 이차 연료의 생산을 표시하는 방법이다. Eurostat은 '생산(production)' 항목을 일차 (또는 국내) 생산으로 제한하고 이차 상품의 생산은 '전환 산출(transformation output)'에 표시하기 때문에 상품 밸런스와 에너지 밸런스가 동일하다. 반면, IEA의 경우 상품 밸런스의 '생산(production)'은 일차와 이차 생산을 모두 표시하지만 에너지 밸런스에서는 일차 생산만 기입하고 이차 에너지 상품의 생산은 전환 부문에서 양의 값으로 표시한다. 이로 인해 IEA는 상품 밸런스를 이용하여 에너지 밸런스를 작성할 때 약간의 재편 과정을 거치게 된다. 이러한 개념 및 방식 차이는 밸런스의 형태 차이로도 나타나는데, Eurostat의 경우 전환 부문(전환 행렬[transformation matrix]이라고도 함)이 투입과 산출 두 부분으로 구분되는데 반해, IEA는 하나로 통합된 전환 행렬이고 부호를 통해 투입과 산출을 구분한다.

우리나라는 상품 밸런스와 에너지 밸런스에서 '생산' 항목의 내용은 Eurostat과 마찬가지로 일차 생산으로 정의한다. 하지만 밸런스 형태는 IEA와 비슷하게 단일 전환 행렬로 구성되어 있다. 따라서 우리나라의 상품 밸런스와 에너지 밸런스가 IEA와 비슷한 구조를 갖고 있지만 IEA와는 달리 두 밸런스가 동일하다.

한편, 우리나라에서는 각 에너지 상품들의 기초 에너지 통계 또는 상품 밸런스 작성의 법적 권한을 해당 에너지 상품의 민간 협회나 공공 기관이 갖고 있다. '기초 자료' 부분에서 좀 더 자세히 설명하겠지만, 석탄의 경우 '대한석탄협회', 석유는 '한국석유공사', 가스는 '한국가스공사' 및 '한국도시가스협회', 전기는 '한국전력공사', 신재생에너지는 '한국에너지공단'이 기초 에너지 통계를 작성한다. 일부 기관의 경우 상품 밸런스까지 작성하는 경우도 있지만, 대부분의 경우 기초 에너지 통계를 수집, 취합, 제공하는 것에 그치고 있으며, 상품 밸런스의 경우도 공통의 정의와 형식에 따라 작성되지는 않는다. 따라서 국가 에너지 밸런스 작성의 의무와 권한을 갖고 있는 에너지경제연구원이 각 기관에서 보고하는 에너지 통계와 그 외 조사 자료를 이용하여 별도의 상품 밸런스들과 이를 바탕으로 한 에너지 밸런스를 작성한다.

개정 밸런스의 종류

개정된 우리나라 밸런스는 두 가지 형태로 작성된다. 하나는 간이 밸런스이고 다른 하나는 확장 밸런스로 불리는데, 간이밸런스는 한 달을 집계 대상 기간으로 에너지 상품의 수급 추이를 신속히 파악하여 통계를 제공하기 위해 작성되는 밸런스이며, 확장 밸런스는 일 년을 대상 기간으로 추가적인 조사 자료를 이용하여 우리나라의 에너지 상품의 수급 흐름을 상세하고 정확하게 묘사한 밸런스다. 우리나라의 공식적인 연간 에너지 상품 수급 수치는 확장 밸런스를 통해 확정된다.

□ 간이 밸런스 (Simple balances)

간이 밸런스는 월별로 상품의 수급 통계를 제공하기 위해 작성하는 밸런스로 기존 에너지 밸런스와 유사한 형태로 작성된다. 간이 밸런스는 상품 흐름 48개, 에너지 상품 48개로 구성되어 있다. 상품 흐름은 공급, 전환, 최종 소비로 나뉘며, 공급은 국내생산, 수출입, 국제병커링, 재고변화, 전환은 발전전용, 열병합, 열전용, 석유생산, 가스제조로 구성된 전환 공정과 전환 부문 자체소비, 손실, 마지막으로 최종 소비는 제조업 13개 및 농림업, 어업, 광업, 건설업으로 세분화된 산업, 수송 수단 4개로 구성된 수송, 그리고 가정, 상업, 공공으로 구성되어 있다. 에너지 상품은 기존 에너지 밸런스와 동일하게 석탄, 석유, 가스, 원자력, 수력, 전기, 열 그리고 재생에너지로 그룹으로 구분할 수 있다. 하지만, 기존 에너지 밸런스와는 다르게 석탄에 아역청탄, 갈탄, 토탄, 고품연료, 코크스가 추가되었고, 석유제품은 원유 및 정제원료, 정제가스 등 다섯 가지 제품이 추가 및 세분화되었다. 재생에너지는 '바이오 및 폐기물'과 '지열, 태양 및 기타' 등 두 가지 종류로 구분한다. 재생에너지 그룹은 화석 연료와 중복되는 일부 신재생에너지를 제외하기 때문에, <신재생에너지법>에서 규정한 신재생에너지의 총량을 파악하기 위해 따로 메모 항목을 두고 있다.

간이 밸런스의 큰 특징은 확장 밸런스 대비 에너지 전환 부문의 단순화와 범위 축소이다. 이는 월 단위로 생성되는 통계 자료의 부족으로 자가 발전이나 열 생산을 집계할 수 없으며 중요 사업체 조사가 년 단위로 시행되기 때문이다. 자가 생산자들이 사용한 에너지 상품은 최종 소비 부문에서 집계되기 때문에 일차 에너지 소비(또는 공급)가 확장 밸런스와 동일하다. 하지만 전기 생산 및 소비와 열 생산 및 소비가 한국전력 통계와 지역난방공사, SH공사, GS파워의 통계로만 한정되어 있기 때문에 실제 전기 및 열의 생산 및 소비 규모보다는 범위가 제한적이다. 전기 및 열의 문제는 상용자가 및 신재생에너지 통계가 반영되는 확장 밸런스에서 해결한다.

간이 밸런스가 기존 에너지 밸런스와 형태상으로는 유사하지만 작성 방식은 상당한 차이가 있다. 우선, 기존 에너지 밸런스는 석유수입 항목에 정제 생산을 기입함으로써 타산업유입이나 제품이동 등 석유정제와 석유화학 업종의 석유제품 전환 과정이 누락되어 있고 최종 소비되는 석유제품의 양이 중복되는 오류를 포함하고 있다. 간이 밸런스는 기존 석유수입 항목의 석유생산을 전환부문으로 이동시키고 석유제품 전환 과정을 모두 거친 후의 최종적으로 공급된 양을 기입함으로써 중복 문제를 제거하였다.

간이 밸런스나 기존 밸런스가 갖는 근본적인 한계 중의 하나는 전기 생산량과 투입 연료의 불일치이다. 즉, 전기 생산량은 한국전력의 발전량 통계를 사용하는데, 이는 자가 생산자로 분류하고 있는 집단에너지 사업자의

개정에너지밸런스 설명자료

생산량을 포함하고 있는 반면, 이들이 사용한 연료는 대부분 최종 소비에 포함되어 있다. 이 부분에 대해서는 '기초 자료'에서 조금 더 자세히 설명하고 있으며, 문제는 확장 밸런스에서 해결된다.

□ 확장 밸런스 (Extended balances)

확장 밸런스는 국가 에너지 상품의 수급 흐름을 나타내는 기준 밸런스로 연간 밸런스만 작성된다. 확장 밸런스는 상품 흐름 87개, 에너지 상품 61개로 구성되어 있다. 상품 흐름은 공급, 전환 공정, 에너지 산업 자체 소비, 최종 소비로 나뉜다. 간이 밸런스와 구별되는 부분은 전환 공정과 에너지 산업 자체 소비로, 전환 공정은 발전전용, 열병합, 열전용을 다시 사업자와 자가 생산으로 세분화하고 있다. 또한 전기 및 열 이외에도 코크스로, 고로, 연탄제조 등 석탄제품과 관련된 상품 전환이 추가되고 석유제품의 전환도 석유정제와 석유화학 공정으로 세분화되었다.

확장 밸런스는 에너지 산업 자체 소비를 하나의 부문으로 취급하고 있는데, 여기에는 발전 및 열생산 산업의 자가 소비뿐만 아니라 코크스로 및 고로를 가동하기 위해 사용되는 연료와 석유정제에서 사용한 연료도 포함된다. 코크스로 및 고로의 전환 공정은 석탄의 투입과 석탄제품 및 부생가스의 산출 등 에너지 전환 과정을 기입하는 반면 코크스로 및 고로의 자체 소비는 설비를 가동하기 위해 사용한 연료를 기입한다. 대부분의 에너지 산업 자체 소비는 에너지 전환 공정에 대응하며, 추가되는 에너지 전환 산업으로는 석탄광업, 원유 및 천연가스 채굴 등이 있다.

확장 밸런스의 에너지 상품이 기존 에너지 밸런스나 간이 밸런스와 다른 점은 석탄가스의 추가와 재생에너지의 상세화이다. 추가된 석탄가스는 석탄 전환 공정에서 파생되는 제품인데 코크스로 가스, 고로 가스, 전로/기타 가스 등을 들 수 있다. 재생에너지는 바이오 및 폐기물 그룹과 재생에너지 그룹으로 나뉘는데, 바이오 및 폐기물은 바이오연료 및 바이오매스, 도시폐기물, 산업폐기물 등 11개, 재생에너지는 태양열, 태양광, 풍력 등 5개(수력은 별도)로 세분화하고 있다. 또한 간이 밸런스와 마찬가지로 <신재생에너지법>에서 규정한 신재생에너지의 총량을 표시하기 위해 메모 항목을 추가하였다.

기초 자료

우리나라는 대한석탄협회, 한국가스공사, 한국석유공사, 한국전력공사, 한국지역난방공사, 한국에너지공단 등 여러 기관이 각자 담당하고 있는 에너지 상품에 대해 생산한 자료를 공인 통계로 인정하고 있다. 하지만 에너지 상품 흐름에 대한 기관별 분류 기준의 차이로 인하여 하나의 표로 나타내기가 쉽지 않을 뿐만 아니라, 각 기관이 생산하고 있는 에너지 통계를 단순 합산할 경우 에너지 통계가 중복 또는 누락되는 경우가 발생한다. 예를 들어 <신재생에너지법>에 의거 우리나라는 석탄 부생가스 및 석유 부생가스를 신재생에너지로 취급하고 있다(2019년 10월 이전 기준). 하지만 석유 통계에도 석유 부생가스가 포함되어 있기 때문에 석유 통계와 신재생에너지 통계를 단순 합산할 경우 그 만큼 일차 에너지 공급의 증가 현상이 발생한다. 따라서 에너지 밸런스를 작성하는 과정은 개별 기관 자료 사이의 정합성과 정확성을 확인하고 중복되는 부분은 합리적인 기준에 따라 제거하고 누락되는 부분은 추가적인 자료를 이용하여 보강하는 절차를 거쳐야 한다.

또다른 중요한 문제는 주요 사용자들에 대한 생산자 유형 불일치 문제이다. 이는 통계 기준 설정과 작성 과정에서 발생하는 실질적인 어려움이며, 결과적으로 간이 밸런스가 확장 밸런스와 다른 이유 중의 하나이기도 하다. 우선, 한국전력 통계의 전기 생산량과 판매량은 집단에너지 사업자 중에서 산업단지 및 병행사업자가 한국전력공사에 판매한 양을 포함하고 있다. 반면, 화석 연료 통계 자료는 해당 사업자에게 공급된 연료가 최종 소비 통계에 포함되어 있다. 상세 통계가 입수 가능하다고 하더라도 생산자 유형을 사업자와 자가 생산자로 구분하지 않는 한 통계 정합성을 확보하기가 쉽지 않다. 즉, 해당 집단에너지 사업자의 연료 사용을 한국전력공사에 판매한 전기와 자가 소비 또는 직접 판매한 전기로 배분해야 하는데, 현행 통계 수집 체계나 통계 보고 의무자의 상황으로는 이를 월 단위로 수행할 수 없다. 따라서 간이 에너지 밸런스에서는 이러한 집단에너지 사업자의 연료 소비가 최종 소비로, 전기 생산이 전환 공정으로 기입됨에 따라 전환 효율 지표의 오류가 발생한다. 이러한 문제는 연간으로 작성되는 확장 밸런스에서 해결한다.

각 에너지 상품에 대한 상품 밸런스는 기본적으로 각 에너지 상품별 공급 통계가 가장 우선으로 사용된다. 공급 통계는 무역협회의 수출입 통계가 가장 먼저 사용되며, 다음으로는 대한석탄협회, 한국석유공사, 한국가스공사 및 천연가스 직도입사, 한국도시가스협회, 한국전력공사, 한국지역난방공사, 한국에너지공단의 자료를 사용하게 된다. 간이 에너지 밸런스 작성에 사용되는 상품 밸런스들이 이러한 자료를 바탕으로 작성된다.

에너지 공급 통계로 부족한 부분은 해당 에너지 상품을 사용한 업체의 신고 및 조사 자료를 사용하여 정합성과 정확성을 추구하고, 그 다음은 에너지 사용에 대한 조사 자료를 사용하여 부족한 부분을 채우게 된다. 예를 들어, 포스코나 현대제철의 용도별 석탄 소비 자료를 이용하여 일관 제철 공정에서 발생하는 석탄 전환의 과정을 상세히 기입한다. 또한 주요 석탄 사용 업체에 대한 조사 자료를 이용하여 정확한 소비 용도를 파악한다. 전기 및 열 통계를 작성할 때는 한국전력공사의 전력 통계를 기본 자료로 사용하며, 전력거래소의 상용자가 발전, 한국에너지공단의 집단에너지 통계 및 신재생에너지 통계가 추가 및 조정 자료로 사용된다. 반대로 재생에너지 통계를 작성할 때는 한국에너지공단의 상품별 신재생에너지 통계가 기준 자료이며, 한국전력공사, 전력거래소 등의 자료를 보조 자료로 이용한다.

한국전력공사 통계의 타사 발전 사업자는 한국수자원공사, 집단에너지 사업자, 한국전력과 계약을 맺은 민자 사업자, 신재생 발전 사업자 등을 포함하고 있는데, 그 중에서 한국수자원 공사, 민자 사업자, 신재생 발전 사업자는 사업자로 분류한다. 개별 민자 사업자는 포스코에너지, 지에스파워, 지에스이피에스, 울춘복합, 광양복합, 현대대산, 오성복합, 포천복합, 대구그린파워, 안산복합, 동두천복합 등 한국전력공사에 전기를 판매하는 타사 복합발전만을 포함한다. 한국전력이 '집단'으로 구분하는 발전 통계는 집단에너지 사업자로부터 구입한 전기와 세종열병합 같은 발전자회사의 집단을 포함하며 집단에너지 통계에 포함된 지에스파워는 '복합발전'으로 분류하기 때문에 밸런스의 사업자 발전량과 한국전력의 통계는 일치하지 않는다.

4. 밸런스의 행 구조

에너지 상품의 흐름은 에너지 상품의 초기 출현에서 최종 소비로 사라지는 과정을 표현하며, 에너지 밸런스의 총측에 표시한다. 에너지 상품의 흐름은 공급, 전환 공정, 에너지 산업 자체 소비, 최종 소비로 구분할 수 있다.

공급 (Supply)

‘공급’은 일차 에너지 공급에 해당하는 공급 원과 제품 이동을 포함한 부문으로 국내에 공급된 에너지 제품의 총량을 의미한다. IEA의 상품 흐름 구조와 동일하지만 IEA와의 차이점은 국내생산 및 기타에너지원에 대한 정의이다.

□ 국내생산 (Domestic production)

국내생산은 국내 및 배타적 경제수역 내에 있는 지하 또는 지상 매장지에서 일차 화석 연료를 채굴하거나, 물, 바람, 태양 등으로부터 재생에너지를 포획하는 것, 바이오 연료를 추출하는 것을 포함한다. 단, 국내생산 또는 수입한 에너지 상품을 국내에서 전환하여 제조·생산한 연료는 국내생산이 아니라 에너지 전환에 포함된다. IEA의 경우 상품 밸런스에서 국내생산은 일차 에너지 상품 생산과 이차 연료 제품 생산을 모두 포함하는 것으로 정의하지만, 에너지 밸런스에서는 일차 에너지 상품 생산만을 국내생산으로 기입한다. 한편 IEA는 기타에너지원(other sources)이라는 항을 두고 있는데, 이는 이미 생산되었지만 계산되거나 저장되지 않은 연료에서 회수한 에너지 상품을 말한다.

국내생산 항목에서는 일차 전기 및 일차 열에 대한 통계적 처리 방법에 유의해야 한다. 이에 대해서는 앞서 ‘일차 에너지 상품’이나 ‘재생에너지’ 부분에서 설명한 바 있다.

□ 대외거래 (수입 및 수출, Imports and exports)

수입이란 해외에서 채굴·채취한 에너지 상품 또는 해외에서 전환·제조된 에너지 상품으로서 국내에 수송되어 공급된 에너지 상품을 의미한다. 수입된 공업 제품에 포함되어 있는 에너지 상품은 해당 제품을 에너지 원으로 다시 전환하여 이용할 목적으로 수입한 경우만 에너지 수입에 포함한다. 원자력 발전의 경우 생산된 일차 열을 국내생산으로 취급하며, 핵 연료의 수입을 기입하지 않는다. 기존 에너지 밸런스는 석유정제 과정을 국경 밖에서 발생하는 과정으로 해석하고 정제 후 제품 공급을 ‘석유생산’이라는 이름으로 석유 수입 항목의 한 구성 요소로 취급했다.¹¹ 석유생산은 석유정제 공정과 석유화학 공정으로 구분하여 전환 공정 부문에서 취급한다.

¹¹ 정제 공정에서 사용하는 연료는 국가 내의 소비에 포함되기 때문에 석유 정제 공정 자체에서 에너지 손실이 발생하지 않는다면 실제 한 국가의 최종 소비량에는 차이가 없다. 한편, 정제 생산이 ‘수입’ 항목으로 처리되었다는 점에서 차이가 있지만, 결국 외부로부터의 공급으로 계산되기 때문에 기존 밸런스의 석유제품 일차 에너지 공급은 ‘총 공급’에 해당한다. 정제 공정을 국가 내에서 발생하는 것으로 취급하여 에너지 전환의 한 구성 요소로 포함할 경우 생산량과 수출입의 차이에 따라 일차 에너지 공급이 양의 값뿐만 아니라 음의 값을 갖는 경우도(에너지 순수출의 경우) 발생한다.

수출이란 국내에서 전환되거나 생산된 에너지 상품이면서 해외에 수송된 에너지 상품을 기입한다. 에너지 상품의 해외 수송을 위한 수송 수단에서 사용한 연료는 국제 병커링에 포함된다. 에너지 상품의 국내 총 공급을 구하기 위해서는 에너지 상품의 수출량을 삭감해야 한다. 이를 위해 에너지 상품의 수출은 음의 부호로 표시되며, 공급에서 차감한다.

보통, 국가 간 거래만을 목적으로 에너지 상품을 수입하여 수출할 경우는 밸런스의 상품 흐름에 포함하지 않는다. 이에 따라 IEA에서는 에너지 상품의 수출입을 국가에 따라 작성할 때는 해당 에너지 상품을 실제 생산한 국가(상품 수입의 경우)와 실제 소비한 국가(상품 수출의 경우)를 추적할 것으로 요구하고 있다. 하지만, 우리나라의 경우 통관을 기준으로 에너지 상품의 수출입 통계를 작성한다.

□ 국제해운병커링 및 국제항공병커링 (International marine bunkers and international aviation bunkers)

국가 사이를 운항 중인 선박이나 항공기에서 소비하는 석유는 화물의 일부가 아니라 연료로 사용되는 것으로, 선박이나 항공기의 국적과 상관없이 국제 병커링에 포함된다. 국제 항해를 하는 해군 선박에 공급되는 석유에도 국제 병커링이 적용된다. 하지만 원양 어선의 연료로 사용되는 석유는 국제 병커링이 아니라 어업의 최종 소비에 포함된다. 기존 에너지 밸런스에서는 국제 병커링의 기준을 수송 수단의 노선이 아니라 수송 수단의 국적을 기준으로 구분하였다. 즉, 국제 노선을 운항하는 내국적 항공기나 선박에 공급된 연료를 국제 병커링이 아니라 최종 소비로 취급하였다. 하지만 개정 에너지 밸런스에서는 IEA 기준에 따라 국제 병커링 개념을 적용한다.

□ 재고변화 (Stock change)

에너지 상품 공급자는 물론 소비자도 생산과 소비의 변동에 대응하기 위해 재고를 보유한다. 재고의 형태도 매우 다양해서 정부 보유 재고, 주요 소비자 재고, 재고관리 회사 재고, 해양 선박의 선상 재고, 보세구역 재고 등이 있다. 밸런스의 재고는 국가의 영토에 있는 모든 재고를 포함해야 한다. 하지만 재고에 포함할 지 여부는 에너지 상품의 과다 또는 과소 수요가 발생했을 때 이에 대처하기 위한 수단으로 이용 가능해야 한다.¹²

재고변화는 기초 및 기말 재고 수준의 차이이다. 재고 감소는 공급의 증가 요인이므로 양의 부호로 표현하고 재고 증가는 반대로 음의 부호로 표현한다. 즉, 재고 변동은 기초 재고에서 기말 재고를 뺀 수치이다.

□ 제품이동 (Transfers between commodities)

제품 이동은 주로 에너지 상품의 재분류에서 발생하는데, 이는 상품의 특성이 맞지 않아 낮은 등급의 다른 상품으로 재분류되는 경우를 말한다. 이는 전환 공정과는 구별되는 에너지 상품 간의 이동이다. 제품 이동은 중요한 에너지 흐름은 아니지만 같은 행의 서로 다른 에너지 상품을 또 다른 에너지 상품으로 분류하기 위한 실용적인 역할을 하며, IEA에서는 국내생산, 수출입, 국제병커링, 재고변화를 공급 원(sources of supply)이라

¹² 가스의 경우 '관로 재고'라 하여 파이프라인을 채우기 위한 물량이 존재한다. 관로 재고는 수요 변동에 대응할 수 있는 물량이 아니기 때문에 에너지 통계의 재고에서는 제외한다.

개정에너지밸런스 설명자료

하고 이를 에너지 밸런스에 일차 에너지 공급으로 표시하는 한편, 공급원과 상품간 이동을 합하여 국내 공급(domestic supply)이라 정의하고 있다.

통계오차 (Statistical Difference)

에너지 상품의 총 공급과 총 수요의 차이, 또는 제품 이동을 고려한 일차 에너지 공급과 일차 에너지 소비의 차이가 통계 오차이다. IEA는 국가 통계기관이 어떤 데이터가 잘못되었는지 또는 불완전한지 규명하기 위해 통계오차가 크게 나타나는 경우 해당 자료를 추적하도록 권고하지만, 잘못된 데이터를 항상 수정할 수 있는 것은 아니라는 점도 인지하고 있다. 수정이 어려운 경우 통계오차를 조정하지 말고 문제점을 명기하도록 제안하고 있다.

IEA가 권고하는 통계오차의 수용 정도는 천연가스, 전기 등과 같은 중요 에너지 상품의 경우 공급량의 1% 이하, 중요치 않은 상품의 경우 10% 정도의 오차이다. 통계오차가 없는 이상적인 상태는 대부분 에너지 수지를 맞추기 위해 일부 통계량이 추정된 것으로 의심할 수 있기 때문에 통계 작성 기관에서 보고한 자료를 평가해야 한다.

전환 공정 (Transformation Processes)

에너지 전환이란 일차 또는 이차 연료를 물리적 또는 화학적 방법을 통해 이차 에너지 상품으로 바꾸는 것을 말한다. 전환 공정은 이차 연료를 생산하는데 투입된 연료들과 전기 및 판매용 열을 생산하기 위해 사용한 연료의 양은 음의 값으로, 생산된 에너지 상품은 양의 값으로 기입한다. Eurostat에서는 이를 전환 투입과 전환 산출이라는 구분된 전환 행렬에서 처리한다. 반면, IEA에서는 상품 밸런스의 경우 전환 산출은 생산 항목에 기입하여 총 공급으로 파악하지만 에너지 밸런스에서는 우리나라 밸런스와 동일하게 부호를 이용하여 투입과 산출을 구별한다. 밸런스의 전환 공정 부분에서는 이차 연료나 에너지 생산에 포함되는 연료 및 에너지 플랜트들을 각각의 공정 항목으로 구분한다.

□ 발전 및 열생산 (발전전용, 열병합, 열전용)

전기 및 열은 생산 방식에 따라 발전전용, 열병합발전, 열전용 플랜트로 구분한다. 또한 전기 또는 열의 판매를 주 사업 목적으로 하는 사업체와 자체 소비를 목적으로 생산하지만 일부 판매도 겸하는 사업체로 생산자 유형을 구분한다. 전자를 사업자 생산이라 하고, 후자를 자가 생산이라 한다. 밸런스의 사업자 생산 및 자가 생산에 대해서는 다음에 조금 더 자세히 설명한다.

발전전용은 전기만 생산하는 곳으로 만약 발전소 내의 한 개 또는 그 이상의 발전기가 열병합 발전기인 경우 그 발전소는 열병합 발전소로 간주한다.

열병합발전은 단일 플랜트에서 전기와 열을 동시에 생산하는 방식을 말한다.

열전용은 열전용 보일러에서 연료를 투입하여 열을 생산, 판매하는 공정을 말하며, 사업자 열전용과 자가 열전용으로 구분된다.

□ 사업자 생산과 자가 생산 (Main activity producer and autoproducer)

사업자는 판매를 목적으로 전기 및 열을 생산하는 에너지 사업체로 정의하며, 자가 생산자는 자체 소비를 목적으로 전기나 열을 생산하지만 생산된 에너지의 일부는 판매하는 사업체로 정의한다. 사업자나 자가 생산 사업체의 소유 형태는 사적 또는 공공 형태 모두 가능하다.

사업자 및 자가 생산의 정의는 단순하지만 에너지 통계의 작성을 위해서 사업자생산과 자가생산으로 구분하는 것은 일정 부분 합의의 문제이다. 업체의 법인 등록 목적, 에너지 통계 작성 기관간 분류 방식, 실제 에너지 상품의 생산, 판매 방식의 복잡성 등으로 인해 에너지 통계 작성의 편의성을 고려하여 판단한다. 이에 따라 에너지 밸런스에서는 한국전력공사 및 발전자회사, 민자 발전 사업자, 집단에너지 사업자 중 지역난방 사업자를 사업자로 분류한다.

집단에너지 사업자는 지역난방 사업자, 산업단지 사업자, 병행 사업자 등으로 분류하는데, 지역난방 사업자만 사업자로 분류하고 산업단지와 병행 사업자는 자가생산으로 취급한다. 산업단지 및 병행 사업자는 판매를 목적으로 전기 또는 열을 생산하는 사업체이지만 일부 사업자는 에너지 자가 공급이 주요 목적이거나 같은 산업단지 내에서 직접 판매하기 때문이다. 또한 산업단지 및 병행 집단에너지 사업자가 사용한 연료는 보통 산업용으로 판매한 것으로 집계하기 때문에 집단에너지 사업자 중에서 산업단지 및 병행 사업자는 자가생산으로 취급하는 것이 편리하다.

사업자와 자가로 분류할 때 주의할 또 다른 부분은 신재생에너지 사업체이다. 한국전력공사에서 한전 및 발전자회사와 타사로 집계하는 신재생에너지 사업자는 대부분 사업자 생산으로 분류한다.

위의 기준을 적용하여 전기 상품 밸런스를 작성할 때 한국전력 통계의 사업자 발전 중에서 산업단지 및 병행 집단에너지 사업자 발전량을 제외한 나머지를 사업자 발전으로 집계한다. 지역난방 사업자를 제외한 산업단지 및 병행 업체의 발전량은 상용자가 발전 통계로 구분한다. 신재생에너지 통계에서는 한국전력 통계의 신재생에너지 발전에 해당하는 발전량을 사업자 발전으로 구분하고 나머지는 상용자가 신재생에너지 발전으로 취급한다. 전력거래소 상용자가 발전 통계에서는 위에 해당하지 않는 나머지를 상용자가 발전으로 기입한다. 소비 측면에서는 한전 판매 자료와 함께 집단에너지 사업자의 직판 및 자가소비, 신재생에너지 및 상용자가 통계의 상용자가 발전량을 합하여 전기 소비 통계를 구축한다.

□ 화학반응열 (Chemical heat for electricity production)

화학반응열은 염산을 이용한 산화아연 광석 처리 공정과 같이 연료 투입이 없이 화학 반응 과정에서 열이 발생하는 것을 말한다. 연료를 이용하는 과정에서 버려진 열을 수집하여 이용한 경우 일차 에너지 원으로 취급하지 않지만 화학반응열은 투입 에너지가 없기 때문에 일차 에너지원으로 취급한다. 화학반응열을 이용해서 생산한 전기는 이차 전기에 해당한다.

□ 석탄 전환 (코크스로, 고로, 고행연료)

석탄 전환은 코크스로에서 석탄을 가열하여 코크스를 제조하는 공정과 코크스 및 기타 연료를 고로에서 사용하는 공정 그리고 여러 가지 석탄을 사용하여 고행연료(Patent fuel)를 제조하는 공정을 말한다. 코크스로와 고로는 철강 회사에서 사용하는데, 여기서 생산된 가스는 자체 소비하거나 외부에 판매하며, 생산된 소량의 콜타르는 석유화학의 원료로 사용된다.

코크스 제조는 제강용 코크스 및 코크스로 가스를 얻기 위해 원료탄을 건류하고 분해하는 공정이다. 고로 및 전로는 고로 상부에 철광석과 코크스를 집어넣고 하부에서 뜨거운 바람을 불어넣어 쇳물을 녹이는 고로 공법과 철광석과 석탄을 직접 사용해 쇳물을 생산하는 코렉스 및 파이넥스 공법이 있다. 이때 투입된 코크스와 원료탄은 분해 및 산화하면서 철광석을 선철로 환원시키고 부차적으로 고로 가스를 발생시킨다. 고로에서 환원된 선철에는 코크스 및 원료탄의 탄소 성분 일부가 선철에 용해되어 있기 때문에 전로에서 산소를 불어넣어 강철을 제조하는 제강 공정에서 탄소 성분을 제거하여 회수하는데 이것이 전로 가스이다. 이러한 석탄 가스는 코크스 및 취입용 원료탄에서 유래한 탄소 및 수소의 일부가 가스로 회수되는 것으로 에너지 전환 분야의 일부로 간주한다. 이는 석탄가스화복합발전(IGCC, Integrated gasification combined cycle)을 위해 석탄을 고온, 고압에서 가스화하여 석탄합성가스를 만드는 전환 공정과는 구별된다.

고행연료 생산 공정은 미분형태의 석탄을 사용하여 이용 가능한 성형탄으로 압축하는 공정으로, 코크스 제조 방법과 유사하다고 할 수 있다. 개정 에너지 밸런스에서 고행연료로 분류하는 상품은 연탄과 석탄기반 고행연료(마젝탄 등)이다.

□ 석유 전환

석유 전환은 원유를 정제하는 석유정제와 반제품 처리를 통해 석유제품을 제조하는 석유화학을 포함하고 있다.

석유정제는 원유, 정제원료 등이 투입되어 휘발유, 경유 등의 석유제품이 생산되는 공정으로, 생산에는 정유사의 정제 산출량과 석유화학사의 부산물로서 정제에 사용한 연료량이 포함된다.

석유화학은 석유화학사에서 반제품 처리를 통해 석유제품을 제조하는 전환 공정으로, 석유전환의 석유화학과 최종소비의 화학 및 석유화학의 연료용 소비 및 비에너지 소비(석유화학 원료)와는 구분된다.

□ 가스 전환

가스 전환은 일반 수요자에게 배관망을 통해 도시가스를 공급하는 사업을 위해 천연가스를 기화하고 열량을 조절하는 것(도시가스 제조)을 말한다. 도시가스 제조에는 제조 원료로 천연가스 및 열량조절용 LPG가 투입된다. 간이 가스 사업의 경우 LPG 소매의 한 형태로 취급하여 가스 전환에 포함하지 않는다.

IEA의 에너지 밸런스에서는 천연가스의 수출입 및 이동을 위해 가스를 액화 또는 기화하는 산업의 에너지 소비를 파악하고 있지만 도시가스를 별도의 에너지 상품으로 구분하지는 않는다. 이는 천연가스가 기체와 액체로 그 형태가 바뀔 뿐 성질이 바뀌는 것이 아니기 때문이다.

□ 석탄합성가스 제조 및 기타 전환

이 두 항목은 별도 분류가 되지 않는 전환 공정을 포함한다. 개정 에너지 밸런스에서는 IEA에서는 고려하지 않고 있으나 국내 에너지 생태계에서는 고려하고 있는 항목, 즉 석탄가스화복합발전용 석탄합성가스와 연료전지용 수소 제조를 전환 항목에 포함하고 있다. 위 두 항목은 석탄합성가스와 수소가 전량 전기 생산에 투입될 경우 결국 석탄에서 전기 그리고 가스(천연가스 및 부생가스)에서 전기로의 에너지 전환에 불과하기 때문에 특별히 별도의 항목을 두어 전환 공정을 다룰 필요는 없다. 하지만, 만일 석탄합성가스 또는 수소를 다른 부분에서 에너지 상품으로 이용한다면(예, 수소 연료전지 자동차) 석탄합성가스 및 수소를 석탄 및 가스의 이용과는 구별해야 한다. 국내 신재생에너지에 대한 규정 그리고 향후 다른 용도로의 에너지 사용 가능성 등을 고려하여 별도의 전환 공정 항목으로 분리하고 있다.

에너지 산업 자체 소비 (Energy Industry Own Use)

에너지 산업 자체 소비는 연료의 추출 및 전환 또는 에너지 생산 플랜트에서 여러 가지 활동을 유지하는데 사용되는 에너지 상품을 의미하며, 다른 에너지 상품으로 전환되는 것이 아니라 에너지 계정에서 사라진다는 점에서 에너지 전환 공정과는 구별된다. 또한 에너지 산업의 소비를 최종 소비 부문의 산업 부문에서 산업 활동을 위한 에너지 소비와도 구분한다. 에너지 산업은 에너지 전환산업과 연료 채굴 및 처리 산업(석탄광, 석유 및 가스 채굴, 가스 액화, 핵연료 처리 등)에서 사용하는 연료를 포함한다.

에너지 산업 자체 소비에서 통계 처리에 유의해야 할 부분은 양수 투입이다. 양수는 '에너지 밸런스의 열 구조'의 수력 부분에서 자세히 다루겠지만, 양수를 수력으로 취급하여 양수 발전량을 일차 전기 생산에 포함하는 경우 일차 에너지 공급의 중복 계산 문제가 발생한다. 따라서 양수 발전량은 수력 발전량에서 제외되고, 에너지 산업 자체 소비 항목에 있는 양수 투입은 양수 발전량과 양수 투입량의 차이만을 기입한다.

유통 손실 (Losses)

밸런스의 유통 손실은 에너지 부문과는 구별되며, 에너지 상품을 생산지에서 소비지로 유통하는 과정에서 발생한 손실을 의미한다. 전기나 가스와 같이 유통망과 관련된 송배전 손실이 대표적인 사례이며, 고로가스 및 코크스로 가스를 배송하거나 파이프라인을 통해 석유제품을 유통시키는 경우에도 발생한다. 우리나라의 경우 고로 가스 및 코크스로 가스는 일관제철소의 단일 사업장에서 사용하는 경우가 대부분이며, 석유제품의 파이프라인 수송 또는 도로 수송에서 발생하는 손실은 보고되지 않기 때문에 석탄 가스 및 석유제품의 유통 손실은 대부분 통계 오차에 포함되는 것으로 추정된다.

최종 소비 (Final Consumption)

최종 소비 부분은 에너지 상품이 아닌 제품의 생산 또는 활동을 위해 에너지 상품이 연료 또는 비에너지의 목적으로 최종 소비되는 부분이다. 에너지 상품은 최종 소비 부분에서 모두 소비되고 다른 에너지 상품으로

개정에너지밸런스 설명자료

전환되지 않는 것으로 간주되기 때문에 최종 소비 부분을 통해 에너지 상품은 에너지 계정에서 사라진다. 발전과 판매용 열 생산에 소비된 연료는 최종 소비에서 제외되고 전환 부문에 기입하며 생산된 전기와 판매된 열이 최종 소비에 포함된다.

전기와 열의 생산 및 소비를 기입할 때 전기의 경우 전기 생산에 투입된 연료 전체를 에너지 전환 투입으로 기입하고 생산된 전기는 최종 소비 부문에서 소비되는 것으로 기입한다. 반면, 열에너지는 판매된 경우 생산하기 위해 투입한 연료를 전환 부문에 기입하고 판매된 열에너지는 최종 소비 부문에 기입하지만, 직접 소비한 열에너지는 투입된 연료 전체를 최종 소비 부문에 기입한다. 이는 에너지 밸런스가 상품 밸런스인데 기인한다.

최종 소비 부분은 산업, 수송, 기타, 비에너지 사용 등 4개의 주요 그룹으로 구분한다. 주요 그룹의 하위 분류는 국제기구와 국가들 사이에 차이가 있다. IEA의 경우 기타의 하위를 농업, 어업, 상업 및 공공 서비스, 가정, 기타 부문으로 분류하고 있다. 개정 에너지 밸런스에서 기타는 가정, 상업, 공공으로 구분하며, 농업 및 어업은 산업으로 분류한다. 최종 소비 부분은 산업, 수송, 기타 부문의 연료용 소비를 최종 에너지 소비(final energy consumption), 비에너지용 소비를 비에너지 사용(non-energy use)이라 구분한다.

개정 에너지 밸런스는 제철 공정인 코크스 제조, 고로, 전로에서 발생하는 원료탄의 투입과 코크스 변환, 코크스로 가스 및 고로 가스 같은 석탄 부생가스 발생을 전환 공정에서 취급한다. 따라서 최종 소비 부문인 철강업은 원료탄의 전환 투입 및 전환 공정에서 사용한 에너지 상품 소비량은 제외되며 기타 공정의 연료 사용만을 기입한다. 이는 석유화학이 화학제품 생산의 원료로 사용한 납사를 최종 소비에 포함하는 것과 구별된다.

□ 산업 부문

산업 부문은 기업의 생산 활동을 목적으로 한 연료 소비를 표현한다. 여기서 생산 활동은 생산 공정뿐만 아니라 생산을 위한 지원 설비, 즉 조명, 공조, 난방 등의 연료 소비를 포함한다. 산업 부문에 표현된 자료는 기업의 연료 소비를 기입하되 발전 및 판매용 열 생산을 위해 소비한 연료는 전환 공정 부문에 기입한다.

산업 부문의 하위 분류는 한국표준산업분류체계를 따른다. 개정 에너지 밸런스에서는 산업 부문의 세부 업종을 15개 업종으로 구분하고 있다: 농림업, 어업, 광업(석탄광업 제외), 식품 및 담배, 섬유 및 가죽, 목재 및 나무제품, 제지 및 인쇄, 화학 및 석유화학, 비금속광물, 철강, 비철금속, 기계류, 수송장비, 기타제조, 건설업. IEA와 다른 점은 농림업 및 어업이 기타 부분이 아니라 산업 부문에 포함된다는 점이다. 특히 어업의 석유 소비는 원양어선을 포함한 모든 어선의 소비를 아우른다. 즉, 원양어선에 공급하는 석유는 국제 해상 병커링으로 계산하지 않는다. 반면, 건설 및 산업용 이동 장비가 공도(public road)에서 사용한 연료 소비는, 구별 가능한 경우, 수송 부문에 포함해야 한다.

□ 수송 부문

수송 부문은 수송을 목적으로 한 이동 수단의 연료 소비를 포함한다. 종종 오해가 발생하는 부분은 수송 업체의 연료 소비와 건설 및 산업용 이동 장비의 연료 소비이다. 수송 업체의 경우 수송 목적 이외의 연료 소비는 서비스 부문에 포함한다. 이는 레크레이션 업체의 연료 소비에도 동일하게 적용된다. 건설 및 산업용 이동 장비는 차량용과 사업체용을 구별하기 까다로운 경우가 많다. 건설 현장 및 산업체 내에서의 이동은 산업 부문 연료 소비이지만 외부로 이동할 경우 수송 부문에 포함된다.

수송 부문은 도로, 철도, 국내 항공, 국내 해운 등 4개의 모드로 구분된다. IEA에서는 파이프라인을 수송에 포함하고 있다. Eurostat는 파이프라인 수송 소비를 에너지 산업 자체 소비의 일부로 취급한다. 개정 에너지 밸런스에서도 파이프라인 수송 소비는 에너지 산업 자체 소비에 포함하고 있다.

앞서 설명한 것처럼 개정 에너지 밸런스는 국제 병커링 계산 방법을 기존 에너지 밸런스와는 달리 국제 기준에 맞춰 변경하였다. 개정 에너지 밸런스는 국제선 항공의 연료 소비를 국제 항공 병커링으로 분류하고 최종 소비 부분의 수송 부문은 국내선 항공 연료 소비만을 표현하고 있으며, 해운 연료 소비도 국적과 상관없이 국제 노선의 연료 소비는 국제 해운 병커링으로, 국내 노선의 연료 소비는 국내 해운으로 표현한다.

□ 기타 부문

기타 부문이 포함하는 하위 분류는 가정, 상업, 공공이다. 기타 부문의 하위 분류는 국가들 간에 차이가 있는데, IEA에서 제시하는 일반적인 분류는 농림업과 어업을 포함하고 있다. 우리나라에서는 농림업과 어업을 산업으로 분류한다.

□ 비에너지 사용

비에너지 사용이란 석유화학 원료용 납사나 건설용 아스팔트 등 에너지 상품을 연료 이외의 용도로 사용한 것을 말한다. IEA에서는 에너지 밸런스에서 비에너지용 물량은 석유화학 업종의 원료용 소비를 제외하고는 소비가 발생한 경제 부문을 산업(전환 및 에너지 산업 포함), 수송, 기타 부문까지 구분하여 통계를 제공하고 있다. 석유화학 업종의 비에너지용 소비는 메모 항목으로 별개의 행에 정보를 제공한다. 개정 에너지 밸런스에서도 비에너지 사용을 산업, 수송, 가정, 상업, 공공으로 구분하여 통계를 제시하고 있으며, 석유화학 업종의 경우 원료용 사용을 별도로 표시하고 있다.

전기 및 열 생산

전기 및 열 생산은 에너지 전환의 발전 및 열생산 항목에서 투입된 연료별 생산량을 표현하는 보조 항목이다. 전기 및 열 생산 부분을 통해 연료별 생산 효율을 추정할 수 있다.

5. 밸런스의 열 구조

석탄 및 석탄제품 (Coal and Coal Products)

석탄은 셀룰로오스와 리그닌을 주성분으로 한 수목이 썩어서 만들어진 지층이 높은 압력으로 탄화되어 생성된 것으로, 고대부터 사용되었지만 탄갱에서 상업적으로 채굴하여 사용하게 된 것은 19세기 이후이다. 석탄은 석유에 비해 매장량이 풍부하고 세계 각지에 골고루 분포되어 있다. 석탄은 종류가 많고 사용 목적에 따라 여러 가지 분류가 있다. 에너지 통계에서는 사용 용도와 탄화도에 따라 분류하여 취급한다. 석탄은 연소 시 연기 발생 유무에 따라 무연탄과 유연탄으로 나누며, 탄화 정도에 따라 무연탄, 역청탄, 갈탄, 토탄 등으로 분류한다. 최초의 탄화 물질은 토탄이며, 토탄은 그 위에 퇴적물이 쌓이면서 압력을 받아 수분과 휘발 성분이 제거되고 고정 탄소의 함량이 증가하면서, 갈탄, 역청탄, 무연탄으로 변화된다. 일반적으로 유연탄이 무연탄보다 발열량이 높다. 석탄의 휘발 성분이 5% 이하, 고정 탄소가 80% 이상이 되면 흑연으로 변성된다. 앞서 설명한 것처럼, 에너지 통계에서 석탄은 채굴된 석탄 광물에서 이물질들을 제거하고 상품화하는 과정인 세척과 선탄을 마친 후 판매 가능한 상태의 양을 집계한다.

□ 무연탄

무연탄(anthracite)은 국내 무연탄과 수입 무연탄으로 구분한다. 이는 각 무연탄의 발열량 차이 때문에 별개의 에너지 상품으로 구분하는 것으로, IEA의 에너지 밸런스에서는 무연탄 하나의 항목으로 취급한다. 우리나라에서 생산되는 석탄의 대부분은 무연탄이다. 무역협회의 석탄 분류에서도 무연탄 단일 항목으로 집계한다.

□ 유연탄

유연탄은 원료탄, 연료탄, 아역청탄으로 분류된다.

원료탄(coking coal)이란 제강에 이용하는 환원용 코크스 제조에 사용되는 원료와 고로에 직접 환원제로 사용되는 석탄이다. 코크스용 원료탄은 강점결성 및 미점결성을 가지고 있는 석탄을 주로 이용하여 거의 전량 코크스로에서 건류, 분해되어 사용하며, 코크스로에서 건류, 분해되는 과정에서 코크스와 코크스로 가스로 전환된다. 고로에 직접 투입하는 원료탄은 코크스용 원료탄과 달리 점결성은 필요 없기 때문에 반드시 코크스용 유연탄으로 수입되지 않고 기타 유연탄 또는 무연탄 등이 원료탄에 혼합되어 사용된다. 취입용 석탄도 성분 중 수소나 탄소 일부가 용광로 내에서 고로 가스 및 전로 가스로 전환되고 취입용 석탄 성분의 일부는 철의 환원제로 기능한다. 수입 석탄 중에서는 ‘유연탄: 강점결성 코크스용탄’과 ‘유연탄: 기타 코크스용탄’을 원료탄으로 취급한다.

연료탄(other bituminous)이란 발전, 증기 생산, 가열 등의 목적으로 직접 연소시켜 사용되는 유연탄이며, **아역청탄(sub-bituminous)**은 일반 연료탄에 비해 단위 열량이 낮은 석탄으로 IEA에서는 아역청탄을 구분하여

통계를 작성할 것을 권고하고 있다. 석탄 통계에서는 휘발분 함량 22% 미만 유연탄과 기타 유연탄을 연료탄으로 집계하고, 기타석탄으로 수입되는 것을 아역청탄으로 분류하고 있다.

개정 밸런스에서는 무연탄과 유연탄 이 외에 갈탄과 토탄도 통계로 집계하고 있다. 갈탄이나 토탄은 응결한 것과 응결하지 않은 것으로 석탄을 수입하고 있다. 토탄의 경우 현재는 연료로 사용하지 않고 주로 농업이나 가정에서 토질 개선 등을 위해 사용한다.

□ 기타 석탄제품 (Derived coals)

기타 석탄제품은 원료탄을 이용하여 제조하는 코크스나 고형연료, 콜타르, 석탄의 전환 과정에서 발생·회수하는 석탄 가스 등의 에너지 상품을 말한다. 석탄을 고온 고압에서 산소 또는 증기와 반응시켜 수소 및 일산화탄소로 구성된 합성가스를 제조하는 석탄합성가스도 포함한다.

코크스(coke-oven coke)는 흑회색의 딱딱한 다공질 덩어리로 철광석을 환원시켜 선철을 만들 때 사용하는 중요 원료이다. 석탄 통계는 원료탄을 이용하여 국내에서 생산하거나 ‘코크스: 석탄에서 제조한 것’, ‘코크스: 기타’, ‘반성 코크스’, ‘레토르트 카본’으로 수입되는 것을 코크스로 취급한다.

고형연료(patent fuels)는 연탄, 마젤탄, 기타 고형연료의 항목으로 수입한다.

석탄 가스(manufactured gases)의 주 성분은 수소와 메탄이며 일산화탄소도 포함하고 있다. 코크스로 가스, 고로 가스, 전로/기타 가스로 구분되며, 기타 가스에는 석탄합성가스를 포함한다.

콜타르(coal tar)는 각종 방향족 화합물의 혼합체로 점성을 갖는 검은 기름 형태이다. 콜타르는 염료, 의약품, 합성섬유, 합성수지 등의 중요 원료로 사용된다.

천연가스 및 도시가스 (Natural Gas and City Gas)

천연가스(natural gas)란 지하에서 산출되는 광물성 가연 가스이며 정제에 의해 콘덴세이트를 제거한다. 천연가스의 주 성분은 메탄이며 주로 발전용 연료와 난방 연료로 사용된다. 국내 천연가스 생산은 현재 동해가스전에서 생산되는 가스가 유일하다. 국내 생산 천연가스는 액화천연가스(LNG, liquefied natural gas)와 달리 액화하는 과정을 거치지 않고 액화석유가스(LPG)로 열량을 조정한 후 한국가스공사에 전량 판매한다. 현재 우리나라는 액화천연가스의 형태로 수입하고 있으나 해외에서는 파이프라인으로 기체 상태의 천연가스(PNG, pipeline natural gas)로 대외거래를 하는 경우도 있다. 향후 우리나라가 파이프라인으로 천연가스를 수입하더라도 별도의 에너지 상품으로 구분하지 않고 천연가스라는 단일 상품으로 취급한다.

도시가스(city gas or town gas)는 도시가스회사에서 가정이나 기업체에 가스 배관망을 통해 판매하는 천연가스나 공기로 희석한 액화석유가스를 의미한다. 액화석유가스를 용기로 공급하는 사업이나 특정 건물에 대형 가스 용기와 간단한 배관 시설로 공급하는 간이 가스 사업은 도시가스가 아니라 액화석유가스 판매에

개정에너지밸런스 설명자료

포함한다. 국내 도시가스 공급은 천연가스가 99% 이상을 차지하고 일부 지역에 한해 액화석유가스가 공급되고 있다. IEA에서는 도시가스를 별도의 에너지 상품으로 구분하지 않고 천연가스의 공급 및 소비로 취급한다.

원유 및 석유제품 (Crude Oil and Petroleum)

원유는 탄소가 84~87%, 수소가 11~14% 정도 성분의 대부분을 차지하고 그 외에 황, 질소, 산소를 소량 함유하는 탄화수소의 복잡한 화합물인데, 그 성상은 생산지와 산출되는 유층에 따라 다르다. 원유의 물리적 성질은 화학조성이 복잡하고 가스체의 탄화수소와 고체 및 반고체의 탄화수소 사이에 명확한 경계가 있는 것이 아니기 때문에 물리적 성질도 다양하다.

석유정제의 중심이 되는 것은 상압증류(topping)인데, 원유를 연속적으로 가열하는 파이프식 가열로에서 원유의 성분인 탄화수소의 끓는점의 차이를 이용해서 분리한다. 정제공정의 흐름은 크게 정제투입과 정제산출로 나눌 수 있으며, 정제투입은 원유, 정제원료, 첨가제, 산소성분 등 석유제품을 생산하기 위해 정제공정에 투입하는 부분을 의미한다. 정제산출은 투입된 원료가 정제공정을 거쳐 생산된 제품군으로 정제가스, 액화석유가스(LPG), 휘발유, 등유, 경유, 경질중유, 중유, 중질중유, 항공유, 아스팔트 등을 포함한다. 생산된 제품들은 주로 수출되거나 최종소비자에게 공급되지만, 일부 제품들은 제품 간 이동을 통해 규격이 변하거나 블랜딩으로 다른 제품으로 재분류되기도 한다.

□ 원유 및 정제 원료

원유(crude oil)는 지하 유층에서 액체 상태로 얻어지며 상당한 휘발성을 가진 탄화수소의 혼합물이다. 정제 공정을 거쳐 생산되는 각종 석유제품의 원료로 사용되며, 원유가스화, 원유연소 등 직접 공업 원료나 연료로 사용되기도 한다. 천연가스유류(NGL, natural gas liquids)는 천연가스분리 공정 또는 가스 처리 공정에서 나오는 습성 가스(분자량이 큰 탄화수소를 함유한 가스)에서 회수한 액체 또는 액화탄화수소물로서 에탄, 프로판, 부탄 등을 포함한다. 기화압에 따라 콘덴세이트(condensate), 천연가솔린(natural gasoline), 액체 석유가스(liquid petroleum gas) 등으로 분류된다. 우리나라는 2005년부터 동해의 울산가스전에서 소량의 경질유인 콘덴세이트를 생산하고 있다.

정제원료(refinery feedstock)는 정제 과정이나 석유화학의 NCC 및 정유 부문이나 BTX 공정에서 발생하는 반제품(reformate)으로 옥탄가가 높아 주로 휘발유를 생산하는데 투입된다.

첨가물(additives/blending components)은 첨가제와 산소성분으로 주로 휘발유의 옥탄가를 높이는 등 휘발유 제조에 사용된다.

기타탄화수소(other hydrocarbons)는 역청광물(합성원유, 셰일오일, 역청샌드)에서 추출한 광물 석유나 석탄액화오일 등을 말한다. 우리나라는 오리멸전을 수입하여 발전용과 산업용으로 사용하고 있는데, 오리멸전은 천연 역청유에 물과 계면활성제를 첨가하여 만든 연료로 중유와 비슷하나 중유에 비해 유황 성분과 재 함량이 많은 제품이다. IEA는 오리멸전을 기타탄화수소로 분류한다.

□ 석유제품

정제가스(refinery gas)는 원유의 증류 및 석유제품의 처리 과정에서 발생하는 비응축 가스이며, 메탄과 에탄 등이 주 성분으로 정유 부문과 석유화학 부문에서 공정용 연료로 사용된다. 정제가스는 생산된 곳에서 공정 연료로만 사용될 수 밖에 없기 때문에 국내외 거래는 없다.

액화석유가스(LPG)는 원유를 정제 처리하는 과정에서 얻어지는 프로판과 부탄을 주성분으로 하는 석유가스이다. 탄소수 3개인 프로판과 탄소수 4개인 부탄으로 구분되며, 공급원에 따라 알켄(지방족 불포화탄화수소)인 프로필렌, 부텐을 함유한다. 저온(-200 °C)이나 고압(10 기압)에서 쉽게 액체로 되며 부피도 1/200~1/250으로 줄어들기 때문에 액화하여 저장·운반하고, 탄화수소로 순도가 높기 때문에 깨끗한 연료이다. 프로판은 부탄과 함께 산업 부문에서 MA(maleic anhydride) 생산에 소요되는 합성가스를 생산하기 위해 투입된다. 이 경우 합성가스 생산량만큼 비에너지로 취급하는 것이 바람직하다. 부탄은 프로판과 같이 산업용 연료로도 사용되지만 우리나라에서는 주로 수송용 연료로 사용되고 있다.

휘발유(motor gasoline)는 촉매를 이용하여 납사를 개질한 후 첨가제, 산소성분, 옥탄향상제 등을 혼합한 제품으로, 비등구간이 35~215 °C인 경질 탄화수소물들의 배합으로 생산되고 있으며, 육상수송용 연료로 사용된다. 휘발유 통계는 무연 휘발유와 유연 휘발유를 포함하고 있다.

항공유(jet fuel)는 항공휘발유(aviation gasoline), 휘발유형 항공유(gasoline type jet fuel, JP-4), 등유형 항공유(kerosene type jet fuel, JA-1과 JP-8)를 포함한다. 항공휘발유는 본질적으로 휘발유와 마찬가지로 성상을 갖고 있지만 사용 환경 조건과 운전 조건이 다르기 때문에 좁은 끓는점 범위와 높은 옥탄값 등 항공기의 피스톤 엔진에 사용하기 위한 특별한 기준에 따라 제조된다. 휘발유형 항공유는 등유 유분에 여러 가지 첨가제를 넣은 것으로 항공기의 터빈 동력에 사용되는 중질유이다. 첨가제의 종류에 따라 제품을 구분하는데, JA-1은 민간용, JP-8은 주로 군수용으로 사용된다.

등유(kerosene)는 비등 구간 160~300 °C의 불휘발성을 지닌 석유 유분으로 우리나라에서는 주로 가정용 난방이나 취사, 석유발전기용 연료 또는 기계 세척, 페인트, 농약 등의 용제로 사용된다. 등유는 또한 노말파라핀 생산에 투입되는 등 산업용 연료나 석유화학의 원료로도 사용된다. 옛날에는 주로 등화용 연료로 사용되어 등유라는 이름이 붙여졌다. 등유는 연소성이 뛰어나고 악취 물질을 포함하지 않으며 인화점이 높고 취급이 안전하게 제조된다. 등유의 생산량에는 부생등유의 생산량도 포함한다. 다른 OECD 국가들에서는 난방용으로 경질 중유를 사용하고 있으며 등유는 주로 항공유로 사용한다. 에너지 통계의 등유는 등유와 등유형 부생유의 합계이다.

경유(diesel)는 실내 등유와 중유 중간의 끓는점을 가진 석유 유분이다. 경유에는 원유의 증류에 의해 얻어지는 가스유(gas oil)와 콜타르의 증류에 의해 얻어지는 가스경유(gas light oil)이 있는데, 최근에는 가스유가 경유로 많이 활용되기 때문에 보통 경유라 하면 가스유를 뜻한다. 일반적으로 경유는 중간 제품과 최종 제품이 있는데, 중간 제품으로서의 경유는 상압증류탑에서 얻어지는 끓는점 220~340 °C의 유분인 경질경유와 감압증류탑에서 얻어지는 탑정 유분인 중질경유가 있다. 최종 제품으로서의 경유는 필요에 따라 경질경유를 탈황하여 생산하며

개정에너지별리스 설명자료

압축점화 엔진용 연료로 사용된다. 중질경유는 휘발유를 만드는 원료로 사용되거나 수소화탈황 공정을 거쳐 중유 생산을 위한 혼합 재료로 사용된다. 압축점화 엔진용 경유는 자동차, 건설기계, 철도용 소형고속엔진 등의 내연기관 연료로 사용된다.

중유(fuel oil)는 블랜딩을 포함한 모든 종류의 중질연료유를 의미하며, 역학적으로 점도는 80 °C에서 10 cSt를 넘으며 인화점은 항상 50 °C 이상이고 밀도는 0.90 kg/l 이상이다. 경질중유(B-A)는 경유 유분 70%, B-C 유분 30%를 혼합한 연료유이다. 중유(B-B)는 반대로 경유 유분 30%, 중질중유 70%를 혼합시킨 연료유이다. 석유정제의 마지막 단계에서 생산되는 중질중유는 근래 경질유에 대한 수요가 증가함에 따라 고도화시설에서 경질유로 전환시키는데, 이 과정에서 중유 투입량의 5%가 석유화학 기초화학원료인 프로필렌과 황/황산으로 전환된다. 석유제품 중에서 경유 다음으로 많이 생산되는 중유는 산업용 및 발전용 연료로 사용되고 일부는 선박용 연료로도 사용되고 있다. 에너지 통계에서 중유는 경질중유(B-A), 중유(B-B), 방카C유(B-C)로 구분된다. B-C는 중유형 부생유를 포함하고 있다.

납사(naphtha)는 증류 구간이 30~120 °C이며 분자 당 4~12개의 원자를 포함하고 있는 석유제품으로, 개질하여 휘발유로도 전환될 수 있다. 우리나라에서는 방향족(BTX)과 올레핀(NCC)을 생산하기 위해 투입하는 석유화학의 중요 원료이다. 정유 정제나 수입으로 납사를 공급받은 석유화학 부문은 이를 NCC 공정과 BTX 공정에서 증기분해하여 에틸렌, 프로필렌, 벤젠, 톨루엔 등 고부가가치 기초화학제품을 생산한다. 정유사가 자체 BTX 공장에서 방향족탄화수소를 생산하는 경우 에너지 통계는 이를 석유화학공정으로 취급한다. 납사를 증기분해하면 평균적으로 62% 정도가 기초화학제품으로 생산되고 나머지는 연료로만 사용할 수 있는 부생연료가 된다. 석유화학 부문은 부생연료의 상당 부분을 정제 부문으로 되돌려 보내고(타산업 유입), 일부는 부생유, 액화석유가스 등으로 가공하여 시판하고 나머지는 공정 연료로 자체 소비한다. 공정 연료의 일부는 석유화학 산업에서 전기 생산이나 열병합발전에 투입되고 있다.

용제(white spirit)는 납사 및 등유와 같은 범위의 증류 온도를 가진 정제중간유분으로 정의되며, 화학 공업의 원료로도 사용되거나 페인트를 희석시키는데 사용되고 있다. 에너지 통계의 용제는 용제를 만드는 원료를 의미한다.

윤활유(lubricants)는 상압증류 유분이나 잔사유를 감압증류 및 수소 첨가하여 생산한 파라핀이 풍부한 탄화수소물로, 기계 전반의 회전이나 마찰 부분을 보호하는데 사용된다. 윤활기유와 윤활유의 합계로 작성한다.

아스팔트(bitumen)는 역청이라고도 하며, 콜로이드 구조를 갖는 검정색의 고체 또는 반고체 물질이다. 주 성분은 복잡한 탄화수소로 원유의 상압증류에서 나온 잔사유를 감압증류하여 생산한 중질유에서 휘발성 성분이나 윤활유 성분 등을 제거한 물질이다. 석유 아스팔트에는 스트레이트 아스팔트와 블론 아스팔트 두 종류가 있으며 스트레이트 아스팔트는 주로 도로포장용으로 쓰이고 블론 아스팔트는 방수가공용으로 사용된다.

파라핀왁스(paraffin wax)는 윤활유 성분 중의 하나로, 용제를 이용하여 윤활유를 디왁싱할 때 추출되는 잔여물이다. 화학적으로는 대단히 안정적이며 무색, 무취, 반투명한 특징을 갖고 있다. 주로 양초, 파라핀지, 방수제, 약용, 크레용원료 등으로 사용된다.

석유코크(petroleum coke)는 검정색의 고체 부산물로, 주로 석유제품을 크래킹하고 남는 타르나 피치 등의 잔여물을 지연 코킹(delayed coking) 또는 유동 코킹(fluid coking) 같은 공정으로 건류시켜 얻는다. 90~95%가 탄소로 구성되며 미량의 재를 함유하고 있다. 석유화학 산업의 원료로도 소량 사용되고 있지만 주로 철강, 시멘트, 전력 산업에서 가격 경쟁력에 힘입어 기존 화석 연료를 대체하고 있다.

기타석유제품(other oil products)은 위에서 정의되지 않은 모든 석유제품으로 주로 프로필렌과 황의 생산량이다.

폐기물 및 재생에너지 (Waste and Renewables)

재생에너지(renewables)는 지속적으로 보충되는 자연의 흐름에서 얻어지는 에너지이다. 다양한 형태의 재생에너지가 존재하는데, 모두 태양이나 지구 깊은 지하에서 직접 또는 간접적으로 얻어진다. 재생에너지에는 태양, 바람, 지열, 수력 및 해양, 고형 바이오매스, 바이오가스, 바이오 유류 등이 있다. 재생에너지는 태양, 바람, 지열, 수력, 해양 등을 비연소 재생에너지(non-combustible renewables), 고형 바이오매스, 바이오가스, 바이오 유류 등 유기체에서 비롯된 재생에너지는 연소 가능 재생에너지(combustible renewables)로 분류한다.

폐기물(waste)은 고무, 플라스틱, 폐유 등과 같이 산업체나 가정에서 배출한 연소 가능한 물질로 구성된 연료이다. 폐기물은 고체나 액체 상태로 되어 있고, 재생(renewable) 및 비재생(non-renewable) 또는 생분해성(biodegradable) 및 비생분해성(non-biodegradable)의 형태로 구분된다.

우리나라는 <신재생에너지법>에서 신에너지와 재생에너지를 규정하고 있다. 이 법에 따르면, “신에너지”는 기존 화석 연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학반응을 통하여 전기 및 열을 이용하는 에너지, “재생에너지”는 햇빛·물·지열·강수·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 정의된다. <신재생에너지법>에서 정의하는 신재생에너지가 통계적으로 기존 화석 연료의 이용과 중복되는 문제가 있기 때문에 에너지 밸런스에서는 <신재생에너지법>의 신재생에너지를 메모로 따로 표시하고 있다.

밸런스에서는 폐기물 및 재생에너지를 수력, 풍력, 해양(파력, 조력, 해양 등), 태양광 등의 전기 생산 전용 재생에너지 그룹, 일차 열을 통해 에너지 전환이나 최종 소비로 사용되지만 저장되지 않는 재생에너지 그룹(지열, 태양열), 그리고 동일한 일차 열에 해당하지만 저장 가능한 재생에너지 그룹(산업폐기물, 생활폐기물, 고형 바이오매스, 바이오가스, 바이오 유류) 등 총 13가지 에너지 상품으로 구분된다.¹³

수력(hydroelectricity)은 발전기가 연결된 특수하게 설계된 터빈에 흐르는 물을 통과시켜 전기를 생산한다. 규모가 큰 경우 특별히 건설된 저수지에서 물을 공급하기도 하며, 작은 규모의 경우는 자연적인 물의 흐름을 이용하기도 한다.

¹³ 생활폐기물은 재생가능 생활폐기물, 비재생가능 생활폐기물, 바이오 유류는 바이오 에탄올, 바이오 경유, 바이오 중유로 구분된다.

개정에너지밸런스 설명자료

수력은 위치에너지를 이용하여 직접 전기를 생산하기 때문에 일차 전기 에너지에 해당한다. 하지만, 수력 발전은 전기 사용이 적은 시간 대에 전기를 이용하여 낮은 지역의 강이나 호수에서 물을 끌어올려 특별한 저수지에 담아두고 이를 전기 수요가 많은 시간대에 흘려 보내 전기를 생산하는 양수 방식의 발전이 있다. 물을 끌어올리기 위해 사용한 전기는 보통 다른 연료들을 이용하여 생산한 전기이고, 이러한 연료는 이미 국내 생산이나 수입 등 밸런스의 어느 곳인가에 기록되어 있기 때문에 양수 발전량을 다른 자연 수력 발전량에 포함하는 것은 일차 에너지 공급에 중복 계산이 된다. 따라서 양수 발전량은 에너지 밸런스의 수력 발전량에서 제외된다. 양수에 투입되는 전력량과 양수 발전량의 차이, 즉 양수 손실이 에너지 산업의 소비로 포함된다.

생활폐기물(municipal solid waste)의 경우 IEA나 Eurostat에서는 비생분해성 생활폐기물을 재생에너지에서 제외하고 있다. 하지만 일부 OECD 회원국들은 이를 재생에너지로 취급하고 있으며, 다른 일부 회원국들은 생활폐기물 중에서 재생가능한 부분을 파악하기 위한 조사를 하고 있다. IEA에서는 비생분해성 생활폐기물을 줄이는 기술을 도입하거나, 생분해와 비생분해의 구분이 불가능할 경우 생활폐기물 총량을 이등분할 것을 권고하고 있다. 또한, 최근 여러 국가에서 널리 보급된 수동형 태양 에너지(passive solar energy)의 경우 에너지의 흐름을 측정하거나 추정하는 것이 어렵기 때문에 수동형 태양 에너지는 에너지 상품에 포함하지 않는다.

전기 및 열 (Electricity and Heat)

전기는 아주 다양한 사용 용도를 갖고 있는 에너지 운반체(에너지 캐리어)이다. 전기는 1879년 에디슨의 백열전구 발명으로 전기가 산업에 사용되기 시작한 이후 그 사용이 지속적으로 증가했고, 현재는 산업 생산에서부터 가정, 농업, 상업, 수송 등 모든 인간 활동에 광범위하게 이용되고 있다. 전기 에너지는 그동안 전 세계적으로 가장 빠른 소비 증가율을 기록한 에너지 상품이며, 우리나라에서도 최근 온실가스 감축, 미세먼지 대응, 시장 자유화 등 거대한 변화를 거치고 있는 중이며, 이러한 도전에 대응하기 위해 생산, 공급, 소비 등 모든 면에서 정확하고 신뢰할 만한 정보를 확보하는 것이 더욱 중요해지고 있다.

전기는 석탄, 천연가스, 석유, 폐자원 같은 가연성 연료의 연소를 통해 생산하거나 핵분열, 지열, 태양열 같은 열을 이용하여 생산하는 이차 전기 에너지와 수력, 풍력, 태양광 등과 같은 자연자원에서 얻는 일차 전기 에너지로 구분할 수 있다. 생산된 전기 에너지는 국내 또는 국제 송배전망을 통해 최종 소비자에게 전달된다.

전기와 마찬가지로 에너지 캐리어의 한 형태인 열은 주로 난방 및 산업 공정 용도로 사용된다. 열 역시 이차 에너지 상품인 동시에 일차 에너지 상품이기도 한데, 지열이나 태양열 같이 자연에서 얻는 경우 일차 열이라고 하고 핵연료의 핵분열, 석탄, 천연가스, 석유, 바이오매스 및 폐자원 같은 일차 가연성 연료를 연소시켜 생산하는 경우 이차 열이라고 한다. 열은 산업용의 경우 비교적 높은 온도의 증기 상태로 공급되며 난방용의 경우 100°C

~ 120°C의 증온수로 공급된다. 열은 생산지에서 직접 소비되거나 관을 통해 생산지점에서 원거리 사용처로 공급된다.¹⁴

원자력 (Nuclear)

원자력은 핵 연료의 핵분열에서 발생하는 열을 이용하여 증기를 생산하고 생산된 증기로 증기터빈을 가동하여 발전한다. 원자력은 앞서 설명한 것처럼, 핵 반응로에서 터빈으로 이동하는 증기의 열량을 일차 에너지 공급량으로 기입하는 것이 IEA의 권고사항이나, 우리나라는 증기에 대한 통계가 작성되지 않기 때문에 부분 대체 방법을 이용하여 열량을 추정하고 있다. 또한 핵 발전소에서 생산하는 증기는 전량 전기 생산에 투입되고 다른 용도로는 이용하지 않는 것으로 취급한다.

¹⁴ 에너지 통계는 생산지에서 직접 소비한 경우 사용 연료를 집계하고, 원거리로 수송한 경우 즉 판매한 경우 전환 공정 처리 후 열 판매를 집계한다.

6. 기존 밸런스와 비교

본 절에서 밸런스는 상품 밸런스와 에너지 밸런스를 모두 지칭하며, 특정 밸런스를 의미할 때는 상품 밸런스 또는 에너지 밸런스라고 밝히고 있다. 한편, 개정 밸런스는 기존 밸런스와 대비되는 밸런스로 확장 밸런스와 간이 밸런스 모두를 의미한다.

상품 흐름(행 구조)의 차이

기존 (에너지) 밸런스는 월간 밸런스와 연간 밸런스의 구별없이 단일한 형태의 밸런스로 작성되었다. 개정 밸런스(간이 밸런스 및 확장 밸런스)는 공급 부분(국내생산, 수입, 수출, 국제병커링, 재고증감, 통계오차), 전환 부분(발전, 지역난방, 가스제조, 자가소비 및 손실), 그리고 최종 소비 부분(산업 부문 14개 세부 업종, 수송 부문 4개 수송 수단, 가정 부문, 상업 부문, 공공 부문)으로 구성된 기존 밸런스의 상품 흐름을 세분화하여 에너지 흐름을 보다 자세하게 파악할 수 있도록 하였다. 아래의 <표 1.1>에서 <표 1.3>은 기존 밸런스와 새로 구축된 밸런스들의 행 구조, 즉 상품 흐름을 비교한다.

▶ 표 1.1 공급 비교

| 기존 밸런스 | 공급 | |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| | 간이 밸런스 | 확장 밸런스 |
| 국내생산 | 국내생산 | 국내생산 |
| 수입 | 수입 | 수입 |
| 석유생산 | | |
| 석유수입 | | |
| 수출 | 수출 | 수출 |
| 국제병커링 | 국제해운병커링 국제항공병커링 | 국제해운병커링 국제항공병커링 |
| 재고증감 | 재고변화 | 재고변화 |
| 연초재고 | | |
| 연말재고 | | |
| 통계오차 | 일차에너지공급 제품이동 통계오차 | 일차에너지공급 제품이동 통계오차 |
| 1 차에너지 | 일차에너지소비 | 일차에너지소비 |

<표 1.1>은 공급 부분을 비교하고 있다. 간이 밸런스와 확장 밸런스는 동일한 구조를 가지고 있다. 기존 밸런스는 석유의 경우 수입 항목을 정제 공정의 석유 생산과 제품 수입의 합으로 계산하고 있다. 이 때 석유 생산은 정유 업종의 정제 공정과 석유화학 업종의 정제 공정, 그리고 제품 이동을 모두 고려한 최종 산출을 기입해야 한다. 이는 앞서 설명한 것처럼 정제 공정이 국경 밖에서 이루어지는 활동으로 취급하는 것이다. 개정 밸런스에서는

석유 생산을 전환 공정의 한 구성 요소로 다루고 있다. '국제병커링'은 외국적 항공기 및 선박에 공급한 에너지 상품에서 국제 노선을 운항하는 항공기 및 선박이 사용한 에너지 상품의 양으로 변경되었다. 한편, 기존 밸런스의 '1차 에너지'는 본 보고서에서 정의한 일차에너지소비와 동일한 개념이다. 따라서 '통계오차' 항목이 '1차 에너지'보다 위쪽에 위치하고 있다.

▶ 표 1.2 전환 및 손실 비교

| 전환공정, 자체소비 및 손실 | | |
|---------------------|--|---|
| 기존 밸런스 | 간이 밸런스 | 확장 밸런스 |
| 에너지전환 발전 지역난방 | 전환공정 발전전용 열병합 열전용 | 전환공정 발전전용 발전전용_사업 발전전용_자가 열병합 열병합_사업 열병합_자가 열전용 열전용_사업 열전용_자가 화학반응열 코크스로 고로 연탄제조 석유정제 석유화학 가스제조 석탄합성가스제조 기타전환 |
| 가스제조 | 석유제품생산 가스제조 석탄합성가스제조 기타전환 | 에너지산업자체소비 석탄공업 원유및천연가스채굴 발전및열생산_자체소비 양수투입 코크스로_자체소비 고로_자체소비 연탄제조_자체소비 석유정제_자체소비 가스제조_자체소비 석탄합성가스제조_자체소비 기타전환_자체소비 |
| 자가소비 및 손실 | 전환자체소비 | |
| | 손실 | 손실 |

개정에너지밸런스 설명자료

에너지 통계 개편 작업의 가장 큰 변화는 전환과 관련된 부분에서 발생한다. <표 1.2>에서 알 수 있듯이, 확장 밸런스는 상품 흐름 전체를 표현하고 있다. 확장 밸런스의 차이점은 기존 밸런스나 간이 밸런스에서는 최종 소비에 포함된 '석탄광업', '원유 및 천연가스 채굴', 석탄 제품 전환의 투입 및 자체 연료 소비가 '전환 공정' 및 '에너지 산업 자체 소비'로 재편성된 것이다.

기존 밸런스와 개정 밸런스의 차이에 대해서 정리하면 다음과 같다. 첫 번째는 석유 제품 생산이 개정 밸런스의 '전환 공정'에 추가된 점이다. 두 번째는 기존 밸런스가 발전과 지역난방으로 구분하던 것을 개정 밸런스에서는 생산 방식에 따라 발전전용, 열병합발전, 열전용으로 변경되었다. 세 번째는 기존 밸런스의 전환 부문이 에너지 전환과 '자가소비 및 손실'을 포함하고 있는 집합인데 반해, 개정 밸런스에서는 '전환 공정', '자체 소비' 그리고 '손실'로 구분하고 있다.

각각의 상품 흐름 항목은 앞서 필요한 설명을 했으므로 여기서는 통계 작성 과정에서 발생하는 간이 밸런스와 확장 밸런스의 전기 및 열 생산 부분에 대한 차이점을 간단히 설명한다. 확장 밸런스의 발전전용/열병합발전/열전용은 해당 항목의 하위 항목에서 알 수 있듯이 각각 사업자 생산과 자가 생산으로 구분된다. 반면, 월별 수집 통계의 한계로 인해 간이 밸런스는 생산자 유형에 따른 세분화를 진행하지 않는다. 중요한 점은 간이 밸런스의 발전전용/열병합발전/열전용 항목에는 확장 밸런스의 사업자 생산과 자가 생산 일부가 포함된 수치이다. 한국전력 통계에 포함되는 산업단지 및 병행 집단에너지 사업자는 에너지 통계에서 자가 생산자로 생산자 유형을 분류하므로 확장 밸런스에서는 발전전용/열병합발전/열전용의 자가 생산에 기입된다. 따라서, 간이 밸런스의 발전전용/열병합발전/열전용을 확장 밸런스 각각의 사업자 생산 항목과 비교할 수 없으며, 특히 다른 에너지 상품 밸런스에서 전기 생산자 유형에 따른 소비가 구분되지 않으면 간이 에너지 밸런스에서 계산한 전환 효율 지표는 왜곡된 정보를 제공한다는 것을 의미한다.

아래 <표 1.3>는 공급된 에너지 상품이 에너지 및 비에너지의 목적으로 사용되어 에너지 상품 흐름에서 소멸되는 최종 소비 부문을 비교하고 있다. 최종 소비 부문의 경우 앞의 전환 부문에 비해 밸런스 간 구조의 차이가 비교적 적다. 개정 밸런스에서는 세부 업종이 조금 더 세분화되었다. 확장 밸런스에서는 에너지 목적의 소비와 비에너지용 사용을 구분하여 표시하며, 간이 밸런스에서 최종 소비로 취급하는 일부 업종이 에너지산업으로 분류되어 전환 부문으로 이동되었다. 또한 간이 밸런스나 확장 밸런스는 석유화학 산업에서 사용하는 원료용 석유 제품에 대한 추가 정보를 제공하고 있다.

최종 소비 부문 구조가 유사하더라도 항목의 개념 및 범위는 확장 밸런스와 다른 밸런스 간에 큰 차이가 있다. 기존 밸런스와 간이 밸런스는 자가 생산 전기나 판매 열에 대한 정보를 포함하지 않기 때문에 자가 생산을 위해 사용한 연료 소비가 모두 최종 소비에 포함된다. 반면 확장 밸런스는 전기 및 판매용 열의 자가 생산에 사용된 연료 소비는 전환 공정에서 처리하므로 최종 소비는 자신이 사용하기 위한 열을 만드는데 들어간 연료 소비이다. 전기 및 열의 경우에는 한국전력 및 지역난방 사업자로부터 구입한 전기 및 열과 다른 자가 생산자에게서 직접 구입한 전기 및 열, 그리고 자신이 생산하여 소비한 전력량으로 구성되어 있다. 또한 앞서 설명한 것처럼 기존 밸런스나 간이 밸런스는 에너지용 소비와 비에너지용 소비의 구분이 없이 그 합계를 기입한다.

▶ 표 1.3 최종 소비 비교

| 최종소비 | | |
|------------|-------------|---------------|
| 기존 에너지 밸런스 | 간이 에너지 밸런스 | 확장 에너지 밸런스 |
| 최종에너지 | 최종소비 | 최종소비 |
| | | 최종에너지소비 |
| 산업부문 | 산업 | 산업 |
| 농림어업 | 농림업 | 농림업 |
| | 어업 | 어업 |
| 광업 | 광업 | 광업(석탄광업제외) |
| 제조업 | 제조업 | 제조업 |
| 음식·담배 | 식품 및 담배 | 식품 및 담배 |
| 섬유·의복 | 섬유 및 가죽 | 섬유 및 가죽 |
| 목재·나무 | 목재 및 나무제품 | 목재 및 나무제품 |
| 펄프·인쇄 | 제지 및 인쇄 | 제지 및 인쇄 |
| 석유·화학 | 화학 및 석유화학 | 화학 및 석유화학 |
| | 메모: 석유화학 원료 | 비금속광물 |
| 비금속 | 비금속광물 | 철강 |
| 1차금속 | 철강 | 비철금속 |
| 비철금속 | 비철금속 | 기계류 |
| 조립금속 | 기계류 | 수송장비 |
| | 수송장비 | 기타제조 |
| 기타제조 | 기타제조 | 건설업 |
| 기타에너지 | 기타에너지 | 수송 |
| 건설업 | 건설업 | 철도 |
| 수송부문 | 수송 | 도로 |
| 철도운수 | 철도 | 국내해운 |
| 육상운수 | 도로 | 국내항공 |
| 수상운수 | 국내해운 | 가정 |
| 항공운수 | 국내항공 | 상업 |
| 가정부문 | 가정 | 공공 |
| 상업부문 | 상업 | 최종비에너지소비 |
| 공공부문 | 공공 | 비에너지_산업 및 에너지 |
| | | 비에너지_수송 |
| | | 비에너지_가정 |
| | | 비에너지_상업 |
| | | 비에너지_공공 |
| | | 메모: 석유화학원료 |

열 구조의 차이와 상품 밸런스의 비교

<표 1.4>에서 <표 1.13>까지는 각각의 밸런스가 다루는 에너지 상품들의 범위와 주요 상품 밸런스들을 비교하고 있다. <표 1.4>는 석탄과 관련된 에너지 상품을 보여주고 있다. 간이 밸런스에서는 아역청탄, 갈탄, 토탄, 고형연료, 코크스 및 콜타르가 상세 품목으로 추가되었고, 확장 밸런스는 석탄 전환 과정에서 발생하는 코크스로 가스, 고로 가스, 기타 석탄 가스까지 아우르고 있다. 상세한 에너지 상품 분류는 상품 흐름, 특히 전환 공정의 세분화를 의미한다. 확장 밸런스는 코크스로, 고로 및 전로의 에너지 전환을 상품 흐름에 갖추고 공정에서 산출되는 코크스로 가스와 고로 가스를 각각 에너지 상품으로 취급하고 있다.

▶ 표 1.4 석탄 및 석탄제품 비교

| 석탄 및 석탄제품 | | |
|-----------|------------|--------|
| 기존 밸런스 | 간이 밸런스 | 확장 밸런스 |
| 석탄 | 석탄 및 석탄제품 | |
| 무연탄 | 무연탄 | |
| 국내탄 | 국내무연탄 | 국내무연탄 |
| 수입탄 | 수입무연탄 | 수입무연탄 |
| 유연탄 | 유연탄 및 기타석탄 | |
| 원료탄 | 원료탄 | 원료탄 |
| 연료탄 | 기타유연탄 | 기타유연탄 |
| | 아역청탄 | 아역청탄 |
| | 갈탄 | 갈탄 |
| | 토탄 | 토탄 |
| | 고형연료 | 고형연료 |
| | 코크스 | 코크스 |
| | | 콜타르 |
| | | 코크스로가스 |
| | | 고로가스 |
| | | 기타석탄가스 |

기존 밸런스에서 아역청탄이 누락된 것은 실제 석탄 수요의 상당 부분이 에너지 통계에서 관찰되지 않았다는 것을 의미하며, 또한 비록 수입 양이 그리 크지 않지만, 갈탄, 토탄, 고형연료, 코크스 및 콜타르도 기존 밸런스의 석탄 공급이 과소 평가되는데 영향을 미쳤다. 이는 <표 1.5>의 2019년 석탄 밸런스 비교를 통해 잘 나타나 있다. <표 1.5>는 석탄 가스를 제외한 무연탄, 유연탄 및 기타 석탄 제품 전체의 수급을 보여주는 상품 밸런스이다.

기존 밸런스는 개정 밸런스에 비해 석탄의 공급이 약 66만 톤 적은 것으로 집계되었다. 통계 차이는 주로 수입에서 발생하며 재고 변화도 석탄 공급의 크기에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 수입이 약 2백만 톤 적은 것은 아역청탄을 비롯한 석탄 제품이 누락되었기 때문이다. 코크스로 가스나 고로 가스는 대외거래 및 저장이 없는 것으로 여기기 때문에 석탄 일차 에너지 공급의 크기에 영향을 미치지 않는다.

6. 기존 밸런스와 비교

간이 밸런스와 확장 밸런스의 일차 에너지 소비 차이는 코크스에 대한 통계 처리에서 발생한다. 간이 밸런스의 경우 수입된 코크스 전량이 소비된 것으로 처리하나, 확장 밸런스는 포스코 및 현대제철 조사 자료를 이용하여 코크스의 생산, 재고, 소비를 파악하기 때문이다. 확장 밸런스의 전환 공정에 '코크스로' 및 '고로' 항목이 배치됨에 따라 철강 업종은 공급된 석탄 및 석탄 제품의 일부만을 최종 소비하는 것으로 나타난다.

▶ 표 1.5 2019년 석탄 밸런스 비교

| 무연탄, 유연탄 및 기타 (천톤) | | | | | |
|--------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
| 기존 밸런스 | | 간이 밸런스 | | 확장 밸런스 | |
| 국내생산 | 1 084.0 | 국내생산 | 1 084.0 | 국내생산 | 1 084.0 |
| 수입 | 139 525.3 | 수입 | 141 771.1 | 수입 | 141 771.1 |
| 수출 | - | 수출 | -17.3 | 수출 | -17.3 |
| 국제병커링 | - | 국제해운병커링 | - | 국제해운병커링 | - |
| | | 국제항공병커링 | - | 국제항공병커링 | - |
| 재고증감 | -61.0 | 재고변화 | -1 630.9 | 재고변화 | -1 630.9 |
| (일차에너지공급) | 140 548.3 | 일차에너지공급 | 141 206.9 | 일차에너지공급 | 141 206.9 |
| | | 제품이동 | - | 제품이동 | - |
| 통계오차 | -7 541.2 | 통계오차 | -5 209.2 | 통계오차 | -4 565.8 |
| 1 차에너지 | 133 007.1 | 일차에너지소비 | 135 997.8 | 일차에너지소비 | 136 641.1 |
| 에너지전환 | -84 801.9 | 전환공정 | -84 801.9 | 전환공정 | -121 996.8 |
| 발전 | -84 801.9 | 발전전용 | -84 801.9 | 발전전용 | -84 486.2 |
| | | 열병합 | - | 열병합 | -4 267.3 |
| 지역난방 | - | 열전용 | - | 열전용 | - |
| | | | | 코크스로 | - |
| | | | | 고로 | -7 316.7 |
| | | | | 연탄제조 | -25 610.9 |
| | | 석탄합성가스제조 | - | 석탄합성가스제조 | -315.7 |
| 자가소비 및 손실 | - | 전환자체소비 | - | 에너지산업자체소비 | - |
| | | 손실 | - | 손실 | - |
| 최종에너지 | 48 205.2 | 최종소비 | 51 195.9 | 최종소비 | 14 644.3 |
| | | | | 최종에너지소비 | 13 994.7 |
| 산업부문 | 47 561.6 | 산업 | 50 625.1 | 산업 | 13 424.4 |
| 농림어업 | - | 농림업 | 138.6 | 농림업 | 75.9 |
| 제조업 | 41 446.9 | 제조업 | 50 485.8 | 제조업 | 13 347.7 |
| 섬유·의복 | - | 섬유및가죽 | 1 437.0 | 섬유및가죽 | 787.1 |
| 석유·화학 | 346.1 | 화학및석유화학 | 4 373.2 | 화학및석유화학 | 1 110.8 |
| 비금속 | 3 988.8 | 비금속광물 | 3 988.8 | 비금속광물 | 3 988.8 |
| 1 차금속 | 34 958.9 | 철강 | 35 249.9 | 철강 | 2 817.9 |
| 비철금속 | 601.3 | 비철금속 | 803.2 | 비철금속 | 620.0 |
| 조립금속 | - | 기계류 | 236.4 | 기계류 | - |
| 기타제조 | 1 551.8 | 기타제조 | 4 397.4 | 기타제조 | 4 023.0 |
| 건설업 | - | 건설업 | 0.7 | 건설업 | 0.9 |
| 가정부문 | 643.6 | 가정 | 391.0 | 가정 | 391.0 |
| 상업부문 | - | 상업 | 159.2 | 상업 | 159.1 |
| 공공부문 | - | 공공 | 20.6 | 공공 | 20.2 |
| | | | | 최종비에너지소비 | 649.6 |

주: 비교의 용이를 위해 상품 흐름의 일부분(예, 산업 부문 세부 업종 등)은 요약. 기존 밸런스의 '일차 에너지 공급'은 비교를 위해 사후 계산

* 확장 에너지 밸런스는 무연탄, 유연탄 및 기타 제품의 합계이며, 석탄 가스는 제외

개정에너지밸런스 설명자료

<표 1.6>는 각 밸런스에서 다루고 있는 원유 및 석유제품의 종류를 비교하고 있다. 기존 밸런스와 개정 밸런스의 차이는 원유 및 정제원료 제품군의 추가이다. 원유 제품의 추가는 상품 흐름에 석유정제 공정이 추가된다는 것을 의미한다. 정제 공정의 추가로 인하여 일차 에너지 공급(또는 일차 에너지 소비)이 음의 값을 갖는 상황이 발생할 수도 있기 때문에 밸런스를 이해하는데 주의가 필요하다. 일차 에너지 공급이 음의 값을 갖는다는 것은 수출이 수입보다 많다는 것을 의미한다.

▶ 표 1.6 원유 및 석유제품 비교

| 원유 및 석유제품 | | |
|-----------|--|-----------------------------|
| 기존 밸런스 | 간이 밸런스 | 확장 밸런스 |
| | 원유 및 정제원료 원유 정제원료 첨가물 기타탄화수소 | 원유 정제원료 첨가물 기타탄화수소 |
| 석유 | 석유제품 | |
| LPG | 정제가스 | 정제가스 |
| 프로판 | 프로판 | 프로판 |
| 부탄 | 부탄 | 부탄 |
| 에너지유 | | |
| 휘발유 | 휘발유 | 휘발유 |
| AVI-G | 항공휘발유 | 항공휘발유 |
| JP-4 | 휘발유형 항공유 | 휘발유형 항공유 |
| JA-1 | 등유형 항공유 | 등유형 항공유 |
| 등유 | 등유 | 등유 |
| 경유 | 경유 | 경유 |
| B-A | B-A | B-A |
| B-B | B-B | B-B |
| B-C | B-C | B-C |
| 비에너지유 | | |
| 납사 | 납사 | 납사 |
| 용제 | 용제 | 용제 |
| 윤활유 | 윤활유 | 윤활유 |
| 아스팔트 | 아스팔트 | 아스팔트 |
| 파라핀왁스 | 파라핀왁스 | 파라핀왁스 |
| 석유코크 | 석유코크 | 석유코크 |
| 기타석유제품* | 기타석유제품 | 기타석유제품 |

* 기존 밸런스의 기타 석유제품은 정제가스를 포함

6. 기존 밸런스와의 비교

<표 1.7>는 2019년 석유 제품의 수급을 비교하고 있다. 기존 밸런스와의 비교를 위해 원유 및 정제원료 제품군은 제외하였다. 앞서 설명한 것처럼 기존 밸런스는 정제 생산을 '수입'의 하위 항목으로 취급하기 때문에 통계상으로는 수입이 큰 것으로 나타난다. 국제병커링의 경우도 외국적 선박 및 항공기에 공급된 양을 나타내기 때문에 개정 밸런스와는 크게 차이가 발생한다.

우리나라는 석유 제품 수입보다 수출을 많이 하고 있고 국제병커링까지 고려하면 개정 밸런스 석유 제품 수급의 일차 에너지 공급이 음의 값으로 나타나게 된다. 하지만, 제품 생산의 원료인 원유와 정제원료들까지 함께 표시할 경우 우리나라 석유 수요는 전량 수입에 의존하는 것을 알 수 있다.

▶ 표 1.7 2019년 석유제품 밸런스 비교

| 석유제품 (백만배럴) | | | | | |
|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 기존 밸런스 | | 간이 밸런스 | | 확장 밸런스 | |
| 국내생산 | - | 국내생산 | - | 국내생산 | - |
| 수입 | 1 602.9 | 수입 | 352.1 | 수입 | 352.1 |
| 석유생산 | 1 250.7 | | | | |
| 석유수입 | 352.1 | | | | |
| 수출 | -522.1 | 수출 | -522.1 | 수출 | -522.1 |
| 국제병커링 | -54.6 | 국제해운병커링 | -54.0 | 국제해운병커링 | -54.0 |
| | | 국제항공병커링 | -31.0 | 국제항공병커링 | -31.0 |
| 재고증감 | 8.1 | 재고변화 | 8.1 | 재고변화 | 8.1 |
| (일차에너지공급) | 2 637.1 | 일차에너지공급 | -247.0 | 일차에너지공급 | -247.0 |
| | | 제품이동 | -93.2 | 제품이동 | -93.2 |
| 통계오차 | -107.2 | 통계오차 | 1.1 | 통계오차 | 1.1 |
| 1 차에너지 | 927.1 | 일차에너지소비 | -399.0 | 일차에너지소비 | -339.0 |
| 에너지전환 | -8.6 | 전환공정 | 1 188.7 | 전환공정 | 1 173.3 |
| 발전 | -5.7 | 발전전용 | -5.2 | 발전전용 | -7.7 |
| | | 열병합 | -0.4 | 열병합 | -12.9 |
| 지역난방 | -1.7 | 열전용 | -1.7 | 열전용 | -2.1 |
| | | 석유제품생산 | 1 196.3 | 석유정제 | 1 278.7 |
| | | | | 석유화학 | -82.4 |
| 가스제조 | -1.2 | 가스제조 | -0.4 | 가스제조 | -0.4 |
| 자가소비 및 손실 | - | 전환자체소비 | -43.9 | 에너지산업자체소비 | -40.3 |
| | | 손실 | - | 손실 | - |
| 최종에너지 | 918.5 | 최종소비 | 805.8 | 최종소비 | 793.9 |
| | | | | 최종에너지소비 | 360.4 |
| 산업부문 | 566.2 | 산업 | 483.2 | 산업 | 38.6 |
| 농림어업 | 9.8 | 농림업 | 2.4 | 농림업 | 2.4 |
| 광업 | 0.4 | 어업 | 7.0 | 어업 | 7.0 |
| | | 광업 | 0.6 | 광업(석탄광업제외) | 0.3 |
| 제조업 | 540.2 | 제조업 | 457.3 | 제조업 | 23.6 |
| 음식·담배 | 0.6 | 식품 및 담배 | 0.7 | 식품 및 담배 | 0.7 |
| 섬유·의복 | 0.3 | 섬유 및 가죽 | 0.2 | 섬유 및 가죽 | 0.2 |
| 목재·나무 | 0.0 | 목재 및 나무제품 | 0.0 | 목재 및 나무제품 | 0.0 |
| 펄프·인쇄 | 0.2 | 제지 및 인쇄 | 0.3 | 제지 및 인쇄 | 0.2 |
| 석유·화학 | 514.5 | 화학 및 석유화학 | 431.0 | 화학 및 석유화학 | 5.9 |
| | | 메모석유화학원료 | 412.4 | | |

개정에너지밸런스 설명자료

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|----------|-------|
| 비금속 | 4.0 | 비금속광물 | 3.8 | 비금속광물 | 2.8 |
| 1차금속 | 0.7 | 철강 | 0.7 | 철강 | 0.7 |
| 비철금속 | 0.3 | 비철금속 | 0.2 | 비철금속 | 0.2 |
| 조립금속 | 2.2 | 기계류 | 0.6 | 기계류 | 0.6 |
| | | 수송장비 | 1.7 | 수송장비 | 1.7 |
| 기타제조 | 10.6 | 기타제조 | 11.4 | 기타제조 | 10.7 |
| 기타에너지 | 6.7 | 기타에너지 | 6.7 | | |
| 건설업 | 15.8 | 건설업 | 15.9 | 건설업 | 5.4 |
| 수송부문 | 303.2 | 수송 | 269.9 | 수송 | 269.9 |
| 철도운수 | 0.7 | 철도 | 0.7 | 철도 | 0.7 |
| 육상운수 | 249.8 | 도로 | 247.6 | 도로 | 247.6 |
| 수상운수 | 17.1 | 국내해운 | 2.5 | 국내해운 | 2.5 |
| 항공운수 | 35.6 | 국내항공 | 19.2 | 국내항공 | 19.2 |
| 가정부문 | 23.9 | 가정 | 17.1 | 가정 | 17.1 |
| 상업부문 | 16.0 | 상업 | 26.0 | 상업 | 25.2 |
| 공공부문 | 9.1 | 공공 | 9.6 | 공공 | 9.6 |
| | | | | 최종비에너지소비 | 433.5 |

주: 비교의 용이를 위해 상품 흐름의 일부분(예, 산업 부문 세부 업종 등)은 요약. 기존 밸런스의 '일차 에너지 공급'은 비교를 위해 사후 계산

석유 제품의 상품 밸런스는 공급 및 전환 공정의 구조 변화 외에도 최종 소비 부문의 비에너지용 석유 제품의 소비를 '최종비에너지소비'으로 분리함으로써 연료용 소비와 구별하였다. 기존 밸런스의 석유 제품 최종 소비는 2019년 약 918백만 배럴 수준인 것으로 집계되었는데 이는 정제 공정으로 환류된 납사와 이를 이용하여 생산한 석유제품 소비가 중복된 결과이다. 이를 제거하면 최종 소비된 석유제품은 794백만 배럴 수준으로 하락한다.

▶ 표 1.8 재생에너지, 바이오 및 폐기물 비교

| 재생에너지 및 폐기물 | | |
|--------------|-------------------|---|
| 기존 밸런스 | 간이 밸런스 | 확장 밸런스 |
| 수력 신재생에너지 | 수력 바이오 및 폐기물 | 수력 산업폐기물 도시폐기물_재생 도시폐기물_비재생 고형바이오매스 바이오가스 매립지가스 바이오휘발유 바이오경유 기타바이오연료 |
| | 지열, 태양 및 기타 | 목탄 지열 태양광 태양열 해양 풍력 |
| | 기타에너지원 메모: 신재생 | 기타에너지원 메모: 신재생 |

6. 기존 밸런스와의 비교

<표 1.8>은 재생에너지와 바이오 및 폐기물의 상품 분류를 비교하고 있다. 과거 신재생에너지에 대한 무관심과 작은 비중으로 인해 기존 밸런스가 '신재생에너지'라는 단일 항목으로 통계를 집계했으나, 점차 재생에너지에 대한 정책적, 사회적, 통계적 관심이 증가함에 따라 개정 밸런스에서는 한국에너지공단에서 수집하는 기초 통계를 바탕으로 재생에너지와 바이오 및 폐기물의 상품 항목을 구체적으로 세분화하였다. 각 상품에 대한 정의는 앞서 설명한 '에너지 밸런스의 열 구조'를 참고하고, 여기서는 재생에너지 및 폐기물 상품의 비교에서 기억해야 할 두 가지를 설명하고자 한다.

우선, 기존 밸런스의 신재생에너지는 <신재생에너지법>에 의거 한국에너지공단의 신·재생에너지센터에서 발표하는 「신·재생에너지 보급통계」를 사용하고 있다. 이는 기존 화석 연료 사용과 중복되는 석탄 가스와 정제 가스를 이용한 전기 생산량을 포함하고 있다. 개정 밸런스는 화석 연료와 관련된 통계 정보는 관련 통계 작성 기관의 자료를 우선 이용하기 때문에 화석 연료 부생 가스는 해당 화석 연료의 상품 밸런스에서 취급하며 그 수치는 「신·재생에너지 보급통계」의 수치와 다를 수 있다.

두 번째는 간이 밸런스의 상품 분류이다. 고형 바이오매스나 바이오가스, 바이오 유류는 재생에너지에 포함되지만, 통계적 관심과 자료의 한계로 인해 간이 밸런스는 이러한 바이오 에너지 상품을 폐기물과 한 그룹으로 묶고 일차 열과 일차 전기를 생산하는 재생에너지를 다른 그룹으로 구분한다.

▶ 표 1.9 2019년 재생에너지 및 폐기물 밸런스 비교 (수력 제외)

| 재생에너지 (천 toe) | | | | | |
|------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 기존 밸런스 | | 간이 밸런스 | | 확장 밸런스 | |
| 국내생산 | 17 687.6 | 국내생산 | 11 295.3 | 국내생산 | 11 295.3 |
| 재고증감 | - | 재고변화 | -2.5 | 재고변화 | -2.5 |
| (일차에너지공급) | 17 687.6 | 일차에너지공급 | 11 292.8 | 일차에너지공급 | 11 292.8 |
| 통계오차 | - | 통계오차 | -289.4 | 통계오차 | 0.1 |
| 1 차에너지 | 17 687.6 | 일차에너지소비 | 11 003.4 | 일차에너지소비 | 11 292.9 |
| 에너지전환 | -8 777.9 | 전환공정 | -4 758.0 | 전환공정 | -6 638.5 |
| 발전 | -8 777.9 | 발전전용 | -4 982.3 | 발전전용 | -5 543.1 |
| | | 열병합 | -227.3 | 열병합 | -1 418.6 |
| 지역난방 | - | 열전용 | -21.0 | 열전용 | -164.0 |
| | | 기타전환 | 197.3 | 기타전환 | 487.2 |
| 자가소비 및 손실 | - | 전환자체소비 | -14.2 | 에너지산업자체소비 | -14.2 |
| | | 손실 | - | 손실 | - |
| 최종에너지 | 8 909.7 | 최종소비 | 6 231.2 | 최종소비 | 4 640.2 |
| 산업부문 | 6 425.5 | 산업 | 3 948.7 | 산업 | 2 666.6 |
| 수송부문 | 699.7 | 수송 | 685.4 | 수송 | 685.4 |
| 가정부문 | 447.1 | 가정 | 309.5 | 가정 | 180.7 |
| 상업부문 | 132.1 | 상업 | 127.5 | 상업 | 124.8 |
| 공공부문 | 1 205.2 | 공공 | 1 160.0 | 공공 | 982.7 |

주: 비교의 용이를 위해 상품 흐름의 일부분(예, 산업 부문 세부 업종 등)은 요약. 기존 밸런스의 '일차 에너지 공급'은 비교를 위해 사후 계산

▶ 표 1.10 2019년 신재생에너지 밸런스 비교

| 신재생에너지 (천 toe) | | | | | |
|------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 기존 밸런스 | | 간이 밸런스 | | 확장 밸런스 | |
| 국내생산 | 17 687.6 | 국내생산 | 11 889.8 | 국내생산 | 11 889.8 |
| 재고증감 | - | 재고변화 | - 2.5 | 재고변화 | - 2.5 |
| (일차에너지공급) | 17 687.6 | 일차에너지공급 | 11 887.3 | 일차에너지공급 | 11 887.3 |
| | | 제품이동 | 0.0 | 제품이동 | 0.0 |
| 통계오차 | - | 통계오차 | 17 918.6 | 통계오차 | 432.2 |
| 1 차에너지 | 17 687.6 | 일차에너지소비 | 29 805.9 | 일차에너지소비 | 12 319.5 |
| 에너지전환 | - 8 777.9 | 전환공정 | - 8 223.9 | 전환공정 | 3 076.4 |
| 발전 | - 8 777.9 | 발전전용 | - 8 172.9 | 발전전용 | - 10 745.0 |
| | | 열병합 | - 227.3 | 열병합 | - 1 841.1 |
| 지역난방 | - | 열전용 | - 21.0 | 열전용 | - 164.0 |
| | | 석탄합성가스제조 | - | 석탄합성가스제조 | 609.4 |
| | | 기타전환 | 197.3 | 기타전환 | 487.2 |
| 자가소비 및 손실 | - | 전환자체소비 | - 9 544.5 | 에너지산업자체소비 | - 9 558.8 |
| | | 손실 | - | 손실 | - |
| 최종에너지 | 8 909.7 | 최종소비 | 12 037.5 | 최종소비 | 5 837.2 |
| 산업부문 | 6 425.5 | 산업 | 9 702.4 | 산업 | 3 824.0 |
| 수송부문 | 699.7 | 수송 | 685.4 | 수송 | 685.4 |
| 가정부문 | 447.1 | 가정 | 314.4 | 가정 | 180.7 |
| 상업부문 | 132.1 | 상업 | 168.6 | 상업 | 164.4 |
| 공공부문 | 1 205.2 | 공공 | 1 166.7 | 공공 | 982.7 |

주: 비교의 용이를 위해 상품 흐름의 일부분(예, 산업 부문 세부 업종 등)은 요약. 기존 밸런스의 '일차 에너지 공급'은 비교를 위해 사후 계산

<표 1.9>와 <표 1.10>은 신재생에너지 관련 2019년 통계를 비교하고 있다. 우선 재생에너지 및 폐기물은 수출입이 없는 것으로 취급한다. 이는 에너지 통계를 작성할 때 비열원 전기의 경우 생산된 전기의 양을, 열원 전기의 경우는 투입된 일차 열 또는 이차 열을 국내 생산으로 기입하기 때문이다.

<표 1.9>를 보면, 우리나라는 철강 업종 및 정유 업종의 에너지 소비가 큰 편이기 때문에 석탄가스 및 정제가스의 발전량을 포함하고 있는 기존 밸런스의 국내 생산 수치가 개정 밸런스에 비해 2019년 기준 약 5.8백만 toe 정도 큰 것으로 집계되고 있다. 이는 2019년 신재생에너지 국내 생산(기존 밸런스)의 1/3 수준이다. <표 1.10>은 2019년 10월 이전의 <신재생에너지법>의 정의에 따라 폐가스와 정제연료유 등을 포함한 경우를 비교한 것이다.

▶ 표 1.11 2019년 가스 밸런스 비교

| 가스 (1,000 TJ) | | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 기존 밸런스 | | 간이 밸런스 | | 확장 밸런스 | |
| 국내생산 | 10.8 | 국내생산 | 10.8 | 국내생산 | 10.8 |
| 수입 | 2 228.1 | 수입 | 2 228.1 | 수입 | 2 228.1 |
| 재고증감 | 20.1 | 재고변화 | 20.7 | 재고변화 | 45.4 |
| (일차에너지공급) | 2 259.0 | 일차에너지공급 | 2 259.6 | 일차에너지공급 | 2 284.4 |
| 통계오차 | - 17.7 | 통계오차 | 2.9 | 통계오차 | 2.8 |
| 1 차에너지 | 2 241.4 | 일차에너지소비 | 2 262.5 | 일차에너지소비 | 2 287.2 |
| 에너지전환 | - 1 117.1 | 전환공정 | - 1 123.5 | 전환공정 | - 1 182.9 |
| 발전 | - 995.0 | 발전전용 | - 832.6 | 발전전용 | - 861.3 |
| | | 열병합 | - 272.6 | 열병합 | - 300.3 |
| 지역난방 | - 128.1 | 열전용 | - 11.0 | 열전용 | - 14.0 |
| 가스제조 | 1.3 | 가스제조 | 1.0 | 가스제조 | 1.0 |
| | | 기타전환 | - 8.3 | 기타전환 | - 8.3 |
| 자가소비 및 손실 | 4.7 | 전환자체소비 | - 115.4 | 에너지산업자체소비 | - 101.1 |
| | | 손실 | 0.1 | 손실 | - 0.4 |
| 최종에너지 | 1 124.2 | 최종소비 | 1 023.7 | 최종소비 | 1 002.7 |
| | | | | 최종에너지소비 | 988.8 |
| 산업부문 | 479.3 | 산업 | 378.7 | 산업 | 344.4 |
| 수송부문 | 50.9 | 수송 | 50.9 | 수송 | 50.9 |
| 가정부문 | 438.7 | 가정 | 438.7 | 가정 | 438.6 |
| 상업부문 | 152.0 | 상업 | 152.0 | 상업 | 151.7 |
| 공공부문 | 3.3 | 공공 | 3.3 | 공공 | 3.3 |
| | | | | 최종비에너지소비 | 13.9 |

주: 비교의 용이를 위해 상품 흐름의 일부분(예, 산업 부문 세부 업종 등)은 요약. 기존 밸런스의 '일차 에너지 공급'은 비교를 위해 사후 계산

가스(천연가스, 도시가스), 원자력, 수력, 전기 및 열은 기존 밸런스나 개정 밸런스 모두 동일하게 취급하고 있다. 따라서 해당 상품들은 밸런스 구조보다는 2019년 상품 밸런스를 이용하여 각 밸런스의 수치들이 어떻게 차이가 나는지 비교한다.

<표 1.11>는 2019년 가스 수급의 비교를 보여주고 있다. 가스 수급의 공급은 천연가스(액화천연가스, LNG) 단일 상품이기 때문에 기존 밸런스와 개정 밸런스가 동일하다. 소비 부분은 도시가스 통계와 합쳐져 있긴 하지만 다른 상품 밸런스들에 비해서는 상대적으로 그 차이가 작은 편이다.

<표 1.12>과 <표 1.13>는 전기와 열의 수급을 각각 보여주고 있다. 전기 및 열 생산과 관련해서 기존 밸런스의 생산자 항목과 간이 밸런스의 생산 형태, 그리고 확장 밸런스의 생산 형태 및 생산자 유형에 대해서는 앞서 '밸런스의 행 구조'에서 설명한 바 있다.

전기는 재고가 없으며 우리나라는 전기의 대외 거래도 없기 때문에 일차 에너지 공급(또는 일차 에너지 소비)은 '0'이 된다. 반면, 열의 경우 화학반응에 의한 일차 열 생산을 국내 생산으로 기입하기 때문에 일차 에너지 공급이 존재한다. 화학반응열을 이용한 전기 생산은 전기 밸런스 전환 공정의 화학반응열 항목에 기입된다. 다만, 화학반응열은 전기 생산에만 사용되기 때문에 간이 열 밸런스에서는 발전전용 항목의 투입으로 잡히게 된다.

▶ 표 1.12 2019년 전기 밸런스 비교

| 전기 (TWh) | | | | | |
|-----------|--------|---------|--------|-----------|--------|
| 기존 밸런스 | | 간이 밸런스 | | 확장 밸런스 | |
| (일차에너지공급) | - | 일차에너지공급 | - | 일차에너지공급 | - |
| 통계오차 | - | 제품이동 | - | 제품이동 | - |
| 1차에너지 | - | 통계오차 | - | 통계오차 | - |
| | | 일차에너지소비 | - | 일차에너지소비 | - |
| 에너지전환 | 520.5 | 전환공정 | 559.6 | 전환공정 | 592.9 |
| 발전 | 563.0 | 발전전용 | 513.5 | 발전전용 | 538.1 |
| | | 열병합 | 46.1 | 발전전용_사업 | 514.8 |
| | | | | 발전전용_자가 | 23.3 |
| 지역난방 | - | 열전용 | - | 열병합 | 54.6 |
| | | | | 열병합_사업 | 30.6 |
| | | | | 열병합_자가 | 24.0 |
| | | | | 열전용 | - |
| | | | | 열전용_사업 | - |
| | | | | 열전용_자가 | - |
| 자가소비 및 손실 | - 42.5 | 전환자체소비 | - 35.5 | 화학반응열 | 0.2 |
| | | 손실 | - 16.9 | 에너지산업자체소비 | - 37.8 |
| | | | | 손실 | - 16.0 |
| 최종에너지 | 520.5 | 최종소비 | 507.1 | 최종소비 | 539.1 |
| | | | | 최종비에너지소비 | 539.1 |
| 산업부문 | 279.8 | 산업 | 266.4 | 산업 | 295.2 |
| 수송부문 | 2.9 | 수송 | 2.9 | 수송 | 2.9 |
| 가정부문 | 70.5 | 가정 | 70.5 | 가정 | 71.1 |
| 상업부문 | 135.2 | 상업 | 137.5 | 상업 | 144.1 |
| 공공부문 | 32.2 | 공공 | 29.9 | 공공 | 25.8 |

주: 비교의 용이를 위해 상품 흐름의 일부분(예, 산업 부문 세부 업종 등)은 요약. 기존 밸런스의 '일차 에너지 공급'은 비교를 위해 사후 계산

▶ 표 1.13 2019년 열 밸런스 비교

| 열 (천 toe) | | | | | |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 기존 밸런스 | | 간이 밸런스 | | 확장 밸런스 | |
| 국내생산 | - | 국내생산 | 66.3 | 국내생산 | 66.3 |
| (일차에너지공급) | - | 일차에너지공급 | 66.3 | 일차에너지공급 | 66.3 |
| 통계오차 | - | 제품이동 | - | 제품이동 | - |
| 1차에너지 | - | 통계오차 | - | 통계오차 | - |
| | | 일차에너지소비 | 66.3 | 일차에너지소비 | 66.3 |
| 에너지전환 | 2 646.5 | 전환공정 | 2 739.7 | 전환공정 | 6 427.2 |
| 발전 | 1 711.4 | 발전전용 | -66.3 | 발전전용 | - |
| | | | | 발전전용_사업 | - |
| | | | | 발전전용_자가 | - |
| | | 열병합 | 2 566.7 | 열병합 | 5 993.5 |
| | | | | 열병합_사업 | 2 566.7 |
| | | | | 열병합_자가 | 3 426.8 |
| 지역난방 | 936.1 | 열전용 | 239.3 | 열전용 | 500.0 |
| | | | | 열전용_사업 | 239.3 |
| | | | | 열전용_자가 | 260.7 |
| | | | | 화학반응열 | - 66.3 |

6. 기존 밸런스와의 비교

| | | | | | |
|--------------|----------------|--------------|----------------|-----------------|--------------------|
| 자가소비 및 손실 | - 1.0 | 전환자체소비 손실 | - - 334.6 | 에너지산업자체소비 손실 | - 183.1 - 406.5 |
| 최종에너지 | 2 646.5 | 최종소비 | 2 471.4 | 최종소비 | 5 903.9 |
| 산업부문 | - | 산업 | 0.1 | 최종에너지소비 산업 | 5 903.9 3 372.2 |
| 수송부문 | - | 수송 | - | 수송 | - |
| 가정부문 | 2 276.9 | 가정 | 2 080.0 | 가정 | 2 136.1 |
| 상업부문 | 306.2 | 상업 | 323.0 | 상업 | 326.1 |
| 공공부문 | 63.4 | 공공 | 68.4 | 공공 | 69.5 |

주: 비교의 용이를 위해 상품 흐름의 일부분(예, 산업 부문 세부 업종 등)은 요약. 기존 밸런스의 '일차 에너지 공급'은 비교를 위해 사후 계산

전기의 최종 소비는 한국전력의 판매 통계만 이용하는 기존 밸런스나 간이 밸런스는 실질적으로 동일하지만 자가 생산 자료가 추가되는 확장 밸런스는 상당한 차이를 보인다. 주의할 점은 한전 수전 후 재판매 되는 경우가 있어 일부 업종의 전기 소비 통계가 한국전력의 판매량보다 적은 경우도 발생한다는 것이다.

열의 경우 지역난방회사의 판매 자료만 이용되는 기존 밸런스의 최종 소비 규모가 가장 작게 나타나며, 그 소비도 가정, 상업, 공공만 파악된다. 한편, 확장 밸런스에서는 자가 생산 열 판매가 통계에 반영되면서 산업 부분의 열 소비가 통계에 나타나게 된다.

2019 년 에너지 밸런스 비교

에너지 밸런스는 고유 단위로 표시된 각 상품 밸런스들을 에너지 단위로 전환한 후 적절한 순서로 나열하여 작성된다. 우리나라의 상품 밸런스와 에너지 밸런스는 상품 흐름의 구조와 정의가 동일하기 때문에 각 상품에 대한 설명은 위의 상품 밸런스로 대체하고, 여기서는 에너지 밸런스의 합계에 대해서 설명한다.

▶ 표 1.14 2019년 에너지 밸런스 비교

| 총 에너지 (백만 toe) | | | | | |
|------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| 기존 밸런스 | | 간이 밸런스 | | 확장 밸런스 | |
| 국내생산 | 50.9 | 국내생산 | 43.8 | 국내생산 | 43.8 |
| 수입 | 349.2 | 수입 | 338.9 | 수입 | 338.9 |
| 석유생산 | 167.5 | | | | |
| 석유수입 | 42.1 | | | | |
| 수출 | - 72.4 | 수출 | - 72.5 | 수출 | - 72.5 |
| 국제병커링 | - 8.3 | 국제해운병커링 | - 8.4 | 국제해운병커링 | - 8.4 |
| | | 국제항공병커링 | - 4.3 | 국제항공병커링 | - 4.3 |
| 재고증감 | 1.5 | 재고변화 | 1.4 | 재고변화 | 1.8 |
| (일차에너지공급) | 530.5 | 일차에너지공급 | 298.8 | 일차에너지공급 | 299.2 |
| | | 제품이동 | 5.3 | 제품이동 | 5.3 |
| 통계오차 | - 17.8 | 통계오차 | - 5.2 | 통계오차 | - 4.0 |
| 1 차에너지 | 303.1 | 일차에너지소비 | 299.1 | 일차에너지소비 | 300.5 |
| 에너지전환 | - 71.7 | 전환공정 | - 71.4 | 전환공정 | - 89.3 |
| 발전 | - 65.8 | 발전전용 | - 63.2 | 발전전용 | - 67.1 |
| | | 열병합 | - 0.3 | 열병합 | - 2.3 |
| 지역난방 | - 2.4 | 열전용 | - 0.3 | 열전용 | - 0.3 |

개정에너지밸런스 설명자료

| | | | | | |
|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | | | 화학반응열 | - 0.1 | |
| | | | 코크스로 | - 1.4 | |
| | | | 고로 | - 10.7 | |
| | | | 연탄제조 | 0.2 | |
| | | 석유제품생산 | - 8.0 | 석유정제 | - 13.5 |
| | | | 석유화학 | 5.5 | |
| 가스제조 | - 0.1 | 가스제조 | - 0.0 | 가스제조 | - 0.0 |
| | | 석탄합성가스제조 | - | 석탄합성가스제조 | 0.2 |
| | | 기타전환 | - | 기타전환 | 0.3 |
| 자가소비 및 손실 | - 3.5 | 전환자체소비 | - 14.4 | 에너지산업자체소비 | - 16.9 |
| | | 손실 | - 1.8 | 손실 | - 1.8 |
| 최종에너지 | 231.4 | 최종소비 | 211.4 | 최종소비 | 192.5 |
| | | | 최종에너지소비 | 138.5 | |
| 산업부문 | 142.9 | 산업 | 127.7 | 산업 | 54.8 |
| 농림어업 | 2.9 | 농림업 | 1.8 | 농림업 | 1.8 |
| | | 어업 | 1.3 | 어업 | 1.3 |
| 광업 | 0.2 | 광업 | 0.2 | 광업(석탄광업제외) | 0.2 |
| 제조업 | 127.4 | 제조업 | 122.0 | 제조업 | 50.8 |
| 음식·담배 | 1.9 | 식품 및 담배 | 2.0 | 식품 및 담배 | 2.3 |
| 섬유·의복 | 1.2 | 섬유 및 가죽 | 2.2 | 섬유 및 가죽 | 2.0 |
| 목재·나무 | 0.2 | 목재 및 나무제품 | 0.3 | 목재 및 나무제품 | 0.3 |
| 펄프·인쇄 | 1.1 | 제지 및 인쇄 | 1.8 | 제지 및 인쇄 | 2.0 |
| 석유·화학 | 72.0 | 화학 및 석유화학 | 62.2 | 화학 및 석유화학 | 11.0 |
| | | 메모석유화학원료 | 49.4 | | |
| 비금속 | 4.6 | 비금속광물 | 5.2 | 비금속광물 | 5.1 |
| 1차금속 | 29.5 | 철강 | 28.6 | 철강 | 10.2 |
| 비철금속 | 1.6 | 비철금속 | 1.7 | 비철금속 | 1.6 |
| 조립금속 | 11.4 | 기계류 | 9.1 | 기계류 | 9.1 |
| | | 수송장비 | 2.9 | 수송장비 | 2.9 |
| 기타제조 | 2.9 | 기타제조 | 5.0 | 기타제조 | 4.4 |
| 기타에너지 | 1.0 | 기타에너지 | 1.0 | | |
| 건설업 | 2.4 | 건설업 | 2.5 | 건설업 | 0.8 |
| 수송부문 | 43.0 | 수송 | 38.1 | 수송 | 38.1 |
| 철도운수 | 0.3 | 철도 | 0.3 | 철도 | 0.3 |
| 육상운수 | 35.1 | 도로 | 34.7 | 도로 | 34.7 |
| 수상운수 | 2.6 | 국내해운 | 0.4 | 국내해운 | 0.4 |
| 항공운수 | 4.9 | 국내항공 | 2.7 | 국내항공 | 2.7 |
| 가정부문 | 22.6 | 가정 | 21.3 | 가정 | 21.3 |
| 상업부문 | 17.5 | 상업 | 19.1 | 상업 | 19.6 |
| 공공부문 | 5.4 | 공공 | 5.2 | 공공 | 4.7 |
| | | | 최종비에너지소비 | 54.0 | |

주: 비교의 용이를 위해 상품 흐름의 일부분(예, 산업 부문 세부 업종 등)은 요약. 기존 밸런스의 '일차 에너지 공급'은 비교를 위해 사후 계산

2019년 우리나라에 공급된 에너지 상품은 약 300.5백만 toe로 추정된다. 기존 에너지 밸런스의 일차 에너지 공급은 320.9백만 toe로, 여러 추가적인 자료와 통계 개선을 통해 약 20백만 toe가 과대 집계된 것으로 파악된다. 에너지 상품별로 살펴보면, 석탄 및 석탄제품이 증가 요인으로, 석유제품과 신재생에너지가 감소 요인으로 작용하였다.

에너지 상품의 국내 생산은 동해 가스전에서 생산되는 소량의 가스와 콘텐세이트가 있지만, 통계의 차이는 짐작하는 것처럼 주로 폐기물 및 재생에너지에서 발생한다. 수력의 통계 구조 변화도 큰 영향을 미쳤다. 개정 밸런스에서 수력의 국내 생산은 양수를 제외한 발전량을 기입하며, 2019년 양수 발전의 제외가 국내 생산에 미친 영향은 약 0.7백만 toe 가까이에 이른다. 수출입의 경우 원유 항목의 추가와 석유제품 생산의 전환 공정 이동으로 원유 및 석유제품의 수출입 통계도 변동이 생겼지만, 석탄 관련 상품이 확대되면서 수입 물량이 증가한 것이 수입 증가에 주로 영향을 미친 것으로 파악된다. 국제병커링은 공급 항목 중에서 가장 변화가 큰 지점이다. 국적 기준에서 노선 기준으로 국제병커링의 정의가 바뀌면서 국제병커링 수치는 두 배 가까이 증가하였다(즉, 공급의 감소 요인이 되었다). 이들을 종합하면, 과거 321백만 toe 수준의 규모로 파악되었던 2019년 일차에너지 공급이 실제로는 301백만 toe 정도인 것으로 분석된다.

한편, 간이 에너지 밸런스와 확장 에너지 밸런스의 일차 에너지 공급은 석탄 통계로 인해 미세한 차이가 발생한다. 이는 간이 에너지 밸런스에 포함된 코크스의 재고 정보 부족으로 발생하는 불일치인데, 간이 에너지 밸런스는 수입된 코크스 전체를 소비하는 것으로 취급한다. 반면, 확장 에너지 밸런스는 사업체 조사 자료를 이용하여 코크스의 재고를 파악하고 있다.

전환 공정에서 발전전용/열병합/열전용 항목은 투입 에너지 양에서 산출 에너지 양을 제외한 순 투입, 또는 전환 손실을 의미한다. 각 밸런스의 통계 차이를 비교하기 위해서는 각 상품별로 해당 항목의 통계량을 파악해야 하지만, 그 결과를 간단히 요약하면 석탄, 석유, 가스의 경우 단순히 기초 통계의 차이로 인한 것이 많다. 전환 공정의 차이에서 중요한 부분은 상품별 투입이나 전기 및 열의 생산량 차이보다 각 자료들의 성격을 제대로 이해하는 것이다. 전기만 살펴보더라도, 기존 에너지 밸런스나 간이 에너지 밸런스의 전기 생산량은 집단에너지 사업자가 한국전력에 판매한 양을 포함하는데 반해, 투입 에너지는 한전 및 발전자회사와 지역난방 사업자로 범위가 제한되어 있다. 따라서 발전전용/열병합/열전용의 전환 손실에 해당하는 총 에너지 값이 실제보다 작다는 것을 유의해야 한다. 생산자 유형으로 인한 통계 문제는 '기초 자료' 부분에서 이미 설명한 바 있다.

에너지산업 자체소비는 전환 공정의 연료 소비와 에너지산업으로 분류되는 정유 업종 및 석탄 광업, 원유 및 천연가스 채굴업의 연료 소비이다. 기존 에너지 밸런스에서는 최종 소비로 집계하는 일부의 업종의 소비가 에너지산업 자체소비로 이전됨에 따라 간이 에너지 밸런스나 확장 에너지 밸런스의 전환 부문 소비가 확대되었다.

최종 소비에서의 차이는 전환 공정 및 에너지산업 자체소비의 차이와 직간접적으로 연결된다. 앞서 언급한 것처럼 기존 에너지 밸런스에서 최종 소비로 취급되었던 일부 에너지 소비가 전환 부문으로 이전됨에 따라 개정 에너지 밸런스의 최종 소비는 축소되었다. 수송 부문의 경우 전환 부문이 아니라 국제병커링으로 일부 소비량이 이전되기도 했다. 자가 생산자가 소비한 에너지 상품의 일부가 전환 공정으로 이전된 확장 에너지 밸런스와 비교는 제외하더라도, 건물 부문에 해당하는 가정, 상업, 공공은 상세 기초 자료를 재검토한 결과 기존 에너지 밸런스와 개정(간이) 에너지 밸런스의 최종 소비량에 일부 변화가 발생하였다. 한편, 기존 에너지 밸런스의 산업

개정에너지밸런스 설명자료

업종별 총 에너지는 무연탄과 신재생에너지의 업종별 소비가 파악되지 않기 때문에 그 합계가 산업 총량과 불일치하며, 개정 에너지 밸런스의 업종별 소비량과도 직접 비교할 수 없다.

다음 <표 1.15>는 2019년 우리나라의 에너지 상품 수급을 보여주는 확장 에너지 밸런스를 보기 쉽게 요약한 밸런스이다.

▶ 표 1.15 2019년 에너지 밸런스, 백만 toe

| | 석탄 및 석탄제품 | 가스 | 원유 및 정제원료 | 석유제품 | 바이오 및 폐기물 | 지열, 태양 및 기타 | 원자력 | 수력 | 전기 | 열 | 총에너지 | 메모: 신재생 |
|------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-----------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 국내생산 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | - | 7.6 | 3.7 | 31.1 | 0.6 | - | 0.1 | 43.8 | 11.9 |
| 수입 | 85.6 | 53.2 | 158.0 | 42.1 | - | - | - | - | - | - | 338.9 | - |
| 수출 | -0.0 | - | -0.1 | -72.4 | - | - | - | - | - | - | -72.5 | - |
| 국제병커링 | - | - | - | -12.7 | - | - | - | - | - | - | -12.7 | - |
| 재고변화 | -1.2 | 1.1 | 0.8 | 1.0 | -0.0 | - | - | - | - | - | 1.8 | -0.0 |
| 일차에너지공급 | 84.9 | 54.6 | 158.7 | -41.9 | 7.6 | 3.7 | 31.1 | 0.6 | - | 0.1 | 299.2 | 11.9 |
| 제품이동 | - | - | 17.2 | -11.9 | - | - | - | - | - | - | 5.3 | 0.0 |
| 통계오차 | -2.1 | 0.1 | -2.1 | 0.1 | 0.0 | - | - | - | - | - | -4.0 | 0.4 |
| 일차에너지소비 | 82.8 | 54.6 | 173.7 | -53.6 | 7.6 | 3.7 | 31.1 | 0.6 | - | 0.1 | 300.5 | 12.3 |
| 전환공정 | -68.8 | -28.3 | -173.7 | 162.4 | -3.2 | -3.4 | -31.1 | -0.6 | 51.0 | 6.4 | -89.3 | 3.1 |
| 발전전용 | -54.4 | -20.6 | - | -1.1 | -1.6 | -3.4 | -31.1 | -0.6 | 46.3 | - | -67.1 | -10.7 |
| 열병합 | -2.5 | -7.2 | - | -1.9 | -1.4 | - | - | - | 4.7 | 6.0 | -2.3 | -1.8 |
| 열전용 | - | -0.3 | - | -0.3 | -0.2 | - | - | - | - | 0.5 | -0.3 | -0.2 |
| 화학반응열 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0 | -0.1 | -0.1 | - |
| 코크스로 | -1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -1.4 | - |
| 고로 | -10.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -10.7 | - |
| 연탄제조 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.2 | - |
| 석유정제 | - | - | -189.1 | 175.6 | - | - | - | - | - | - | -13.5 | - |
| 석유화학 | - | - | 15.3 | -9.9 | - | - | - | - | - | - | 5.5 | - |
| 가스제조 | - | 0.0 | - | -0.0 | - | - | - | - | - | - | -0.0 | - |
| 석탄합성가스제조 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.2 | 0.6 |
| 기타전환 | - | -0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.5 |
| 에너지산업자체소비 | -3.2 | -2.4 | - | -7.9 | -0.0 | - | - | - | -3.2 | -0.2 | -16.9 | -9.6 |
| 손실 | - | -0.0 | - | - | - | - | - | - | -1.4 | -0.4 | -1.8 | - |
| 최종소비 | 10.8 | 23.9 | - | 100.9 | 4.4 | 0.3 | - | - | 46.4 | 5.9 | 192.5 | 5.8 |
| 최종에너지소비 | 10.2 | 23.6 | - | 47.8 | 4.4 | 0.3 | - | - | 46.4 | 5.9 | 138.5 | 5.8 |
| 산업 | 9.8 | 8.2 | - | 5.3 | 2.6 | 0.0 | - | - | 25.4 | 3.4 | 54.8 | 3.8 |
| 농림업 | 0.1 | 0.0 | - | 0.3 | 0.1 | 0.0 | - | - | 1.2 | - | 1.8 | 0.2 |
| 어업 | - | - | - | 1.0 | - | - | - | - | 0.3 | - | 1.3 | - |
| 광업(석탄광업제외) | - | - | - | 0.0 | 0.0 | - | - | - | 0.1 | - | 0.2 | 0.0 |
| 제조업 | 9.7 | 8.2 | - | 3.2 | 2.5 | 0.0 | - | - | 23.8 | 3.4 | 50.8 | 3.6 |
| 건설업 | 0.0 | 0.0 | - | 0.8 | 0.0 | - | - | - | 0.0 | - | 0.8 | 0.0 |
| 수송 | - | 1.2 | - | 36.0 | 0.7 | - | - | - | 0.3 | - | 38.1 | 0.7 |
| 가정 | 0.3 | 10.5 | - | 2.1 | 0.1 | 0.0 | - | - | 6.1 | 2.1 | 21.3 | 0.2 |
| 상업 | 0.1 | 3.6 | - | 3.0 | 0.1 | 0.0 | - | - | 12.4 | 0.3 | 19.6 | 0.2 |
| 공공 | 0.0 | 0.1 | - | 1.3 | 0.8 | 0.2 | - | - | 2.2 | 0.1 | 4.7 | 1.0 |
| 최종비에너지소비 | 0.6 | 0.3 | - | 53.1 | - | - | - | - | - | - | 54.0 | - |
| 메모: 석유화학원료 | 0.6 | - | - | 49.4 | - | - | - | - | - | - | 50.0 | - |
| 전기생산 (1000 TWh) | 254.3 | 150.2 | - | 9.6 | 11.5 | 16.1 | 145.9 | 2.8 | - | 0.2 | 592.9 | 57.7 |
| 열생산 (1000 TJ) | 73.5 | 67.0 | - | 58.3 | 31.1 | - | - | - | - | 53.8 | 283.7 | 41.5 |

주: 상품 흐름의 일부분(예, 산업 부문 세부 업종 등)은 요약.

7. 맺음말

본 보고서는 우리나라 에너지 수급 통계 개정 작업과 병행하여 개정 작업의 내용 설명은 물론, 보다 본질적으로 에너지 통계에 대한 이해를 돕기 위해 작성되었다. 오랜 기간 기존의 통계 체제가 유지되면서 복잡한 통계 흐름을 이해하는데 에너지 통계가 따라가지 못한 것이 현실이다. 그동안 통계 체제 개선 노력이 없었던 것은 아니지만 개선을 위한 연구 결과를 실제 통계 체제에 반영하고 기존의 통계 체제에서 개선된 통계 체제로 전환하는 성과를 달성하지는 못했다. 본 보고서의 바탕이 되는 개정 밸런스는 기존 연구 결과를 계승하면서 보다 우리나라 현실에 맞게 발전되었고, 또한 체계적이고 안정적으로 작성할 수 있도록 작성 시스템 구축까지 확대되었다.

본 보고서에서 제시하는 개정 밸런스가 기존 에너지 통계를 대체하고 실제 사용되기 위해서는 아직 몇 가지 과제가 남아 있다. 크게 보면, 과거 에너지 통계의 소급 작성을 위한 기술적 문제, 승인 통계를 변경하는 제도적 문제, 개정 통계를 널리 보급하고 이해하기 위한 사회적 문제 등을 들 수 있다. 이러한 과제들은 에너지경제연구원만의 문제가 아니며 정부를 비롯하여 에너지 통계의 생산 및 소비자 모두의 노력이 필요하다. 여기서는 해결의 답안을 제시하기 보다는 에너지 통계, 특히 에너지 수급 통계를 이해하는데 유념해야 할 사항들과 통계의 한계점을 정리한다.

에너지 수급 통계를 작성하는 과정에서 일부 통계치는 추정된 결과가 반영된다. 예를 들어 자가 생산자의 태양광 전기 생산량은 태양광 패널 보급 수준과 태양광 패널의 효율 등 기술과 관련된 시장 조사, 일부 사용자에 대한 사용 행태 조사 등을 통해 추정된 결과이다. 그 결과로 최종 소비자의 전기 소비량은, 물론 판매 사업자의 판매 정보에도 통계 오차가 포함되어 있겠지만, 실제 사용량과 차이가 발생할 수 밖에 없다. 향후, 관련 조사의 정확성을 향상시키거나 개별 보급 기기마다 계량기를 부착하는 등 기술적 발전이 진행된다면 통계 오차는 줄어들겠지만 과거 통계와의 시계열 문제는 여전히 존재할 것이다.

세부 항목의 시계열 문제는 다른 부분에서도 심각하게 발생할 수 있다. 이는 조사 통계에서 발생하는 태생적 문제인데, 현재 전력거래소에서 진행하는 상용자가 조사는 일정 규모 이상의 기기를 대상으로 하고 있으며, 매년 조사에서도 응답자의 자발적 참여에 의존하고 있다. 즉, 조사 대상자가 응답을 거부할 경우 강제할 방법이 없기 때문에 조사 대상자의 참여 및 거부 반복으로 조사 결과의 시계열의 왜곡이 발생할 수 있다.

한편, 개정 밸런스의 상품 항목은 IEA 상품 항목들과 일부 차이가 있다. IEA가 취급하는 상품 중에서 제외된 상품들로는 가스 코크스(gas coke), 갈탄 연탄(BKB, braunkohlenbriketts), Gas-works gas, 천연가스액(NGL, natural gas liquids), 에탄(ethane) 등이 있다. 해당 상품들은 우리나라에서 취급하지 않거나 취급되더라도 통계로 처리하기에 소량이라 다른 상품에 합산되어 있는 경우이다. 상품 항목의 제외는 관련 상품 흐름의 제외로 연결된다.

일부 에너지 상품의 제외가 국가 에너지 수급 통계를 작성하는데 크게 문제가 되지는 않지만, 새로운 에너지 원의 등장은 에너지 통계 작성의 도전이 되고 있다. 대표적인 사례로 수소를 들 수 있다. 2020년 우리나라의 수소

개정에너지밸런스 설명자료

생산은 약 198만톤으로, 부생수소와 추출수소 비중이 100%인 것으로 나타났다. 생산된 수소는 원유의 수소 첨가 반응 및 분해 공정, 암모니아나 메탄올 같은 화합물 합성, 환원 또는 보호 기체로 사용 등 주로 산업 공정에 사용되며 일부가 연료전지나 수소전기차에 사용되고 있다. 수소 생산 기술은 원료 측면에서 화석 연료 이용 기술과 비화석 연료 이용 기술, 방식 측면에서 촉매 방식, 전기분해 방식, 기타 방식, 사용 연료 측면에서 열, 전기, 기타로 구분된다. 수소가 에너지 원으로써 역할이 확대되면서 통계적 분리가 요구되면 최소한 기존 에너지 통계에 생산을 위한 상품 흐름과 수소라는 에너지 상품의 추가가 필요하다. 이와 더불어 수소에 적합한 물리적 단위, 산업 공정을 위한 물량의 구분 문제, 비화석 연료 원천의 수소와 기존 재생에너지의 구분 등 여러가지 합의를 해결해야 한다.

기존 에너지 통계에서 전기는 저장이 불가능한 에너지 상품으로 처리하고 있다. 다만 양수 발전이라는 형태의 저장이 가능하긴 한데, 이는 전기에서 발생하는 동력 에너지를 수력이라는 위치 에너지로 전환하여 저장하는 방식이다. 현재 정부의 신재생에너지 확대 방침과 더불어 중요성이 부각되고 있는 것이 에너지 저장 장치(ESS, Energy Storage System)이다. 에너지 저장 장치는 전기 수요가 적을 때 전기를 배터리에 직접 저장했다가 수요가 많은 시간에 방출하는 방식이다. 따라서 에너지 저장 장치는 에너지 전환이 발생하지 않는다. 양수 발전의 경우 국내 생산에서는 제외하고 상품 흐름의 양수 투입 항목에서 순 투입, 즉 전환 손실량을 기입한다. 에너지 저장 장치의 경우도 일차 전기이던 이차 전기이던 이미 생산된 전기를 저장했다가 사용하는 것이기 때문에 '새로운' 에너지 생산량으로 추가되지는 않는다. 하지만 저장 장치에 보관된 전기는 필요한 경우 사용할 수 있는 재고의 성질을 갖고 있다. 신재생에너지의 보급 및 이와 연계된 저장 장치는 전기 생산과 소비 시점이 반드시 일치할 필요가 없게 하며, 보급 확대는 전기의 통계적 처리에 새로운 고민을 발생시킨다. 비슷한 문제가 V2G (vehicle to grid) 등 새로운 에너지 사용 행태가 증가할 경우 발생할 수 있다.

최근의 남북 상황이 발전적인 방향으로 진행될 경우 새롭게 등장하는 문제가 북한 에너지 통계이다. 국제법 상 별개의 국가이지만 국내법 상 특수관계인 북한의 경우, 에너지 사용에 관한 기존 통계도 확인된 바 없지만, 남북 관계의 진전에 따라 정치적, 경제적, 학술적 이유로 에너지 통계에 대한 관심이 급증하고 있다. 한국전쟁 이후 남북의 에너지 교류는 개성 공단에 대한 전기 공급이 유일 했으며, 이는 개성공단에 대한 국제적 동의에 따라 국내 에너지 소비로 취급하였다. 남북에 대해 두 개의 독립된 밸런스를 작성한다고 하더라도 독일의 경우를 참고하여 상호 연계 가능한 에너지 통계를 구축할 필요가 있으며, 남북의 에너지 교류에 대한 특별한 처리가 요구된다.