

조지스큐-로이젠(N. Georgescu-Roegen)의 생명경제학과 플로우-펀드 모델*

이 상 호**

논문 초록

이 글은 N. Georgescu-Roegen의 생명경제학에서 flow-fund 모델이 차지하는 위치를 설명하려는 것이다. 그는 주로 열역학 법칙과 변증법에 기대어 표준경제학을 비판하면서 생명경제학이라는 대안 이론을 제시한다. 이 과정에서 그의 플로우-펀드 모델은 표준 경제학에 대한 비판이나 새로운 경제관을 제공하는 데 그칠 수도 있었던 생명경제학에 적절한 이론 장치를 제공함으로써 후자를 일반적인 대안이론에 부합되는 수준으로 상승시켰다. 이에 따라 그의 생명경제학은 독자적인 생산이론에 기초해서 환경문제에 대해 체계적으로 접근함으로써 신신교전과 환경경제학과 다른 생태경제학을 개척할 수 있었다.

핵심 주제어: 생명경제학, 플로우-펀드 모델, 표준경제학

경제학문헌목록 주제분류: B0, B3, B4

접수 일자: 2008. 11. 11. 심사 및 수정 일자: 2008. 11. 19. 게재 확정 일자: 2008. 12. 17.

* 이 논문은 2007년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2007-361-AL0013).

** 고려대학교 민족문화연구원 HK연구교수, e-mail: lsh0919@kornet.net

I. 서 론

조지스큐-로이젠(N. Georgescu-Roegen, 1906-1994)은 우리에게 두 가지 이미지를 지닌다. 이단 혹은 생태경제학(ecological economics)의 선구자가 그것이다. 후자의 경우, 오늘날 생태경제학을 이끄는 인물들 중 상당수가 그의 제자(H. E. Daly, K. Mayumi 등)라는 점에서 충분히 타당하다. 그렇지만 전자의 경우, 그는 이미 1930년대부터 수리경제학자로 인정받았다는 점에서 흥미롭다. 1960년대 이후 그는 전미경제학회(AEA)에서의 탈퇴를 강요받았을 정도로(N. Georgescu-Roegen, 1992, p. 156) 학계에서 철저하게 무시당했다. 1969년 전미경제학회 학술대회(AEA Conference)에서는 그의 Richard T. Ely 기념강연¹⁾ 시간에 주최 측이 운영회의를 계획할 정도였다(N. Georgescu-Roegen, 2000, p. 223). 그래서 H. E. Daly(1999, pp. 13-15)는 그에 대한 체계적인 무시가 주류 경제학계의 작동양식(modus operandi)이었다고 주장하기도 한다.

그렇지만 그가 경제학계에서 이단 혹은 비주류로 배척받는 과정은 곧 그가 생태경제학의 선구자로 자리매김하는 과정이기도 하다는 점에서, 두 이미지는 결코 분리된 것이 아니다. 여기에는 그가 1960년대 이후 엔트로피 법칙에 기대어 경제학계의 주류인 ‘표준경제학’(standard economics)²⁾을 비판하면서 ‘생명경제학’(bioeconomics)이라는 독특한 대안이론까지 제시했다는 사실이 놓여 있다. 이는 그가 1960년대를 기점으로 경제학계에서 차지하는 위치나 위상에서만이 아니라 견해나 관점에서도 크게 달라졌음을 시사한다. 물론 그의 연구는 상당한 연속성을 갖는

1) 이 강연문(“The Economics of Production”)은 N. Georgescu-Roegen, (1976, ch. 4)에 수록되어 있다.

2) 그가 ‘표준 경제학’에 대해 구체적으로 정의한 적은 거의 없다. 아니 그는 “표준이론(standard theory)-한계가격이론(marginal pricing)-의 근본 원리가 나 자신의 경제관에 의해 파괴되었다”(N. Georgescu-Roegen, 2000, p. 222)거나, “표준경제학만이 아니라 신고전과 경제학도 생산과정을……계속해서 조작적인 방식으로 설명하고자 노력한다”(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 37)고 말할 정도로, 약간 혼란스러운 모습까지 보여준다. 전자의 경우라면 ‘표준경제학’은 신고전과 경제학으로 이해되지만, 후자의 경우라면 그렇게 보지 않을 수도 있다. 그렇지만 후자의 글에서도, ‘표준경제학’은 “신고전과 경제학이나 일반균형 경제학이라는 하나의 명칭으로는 충분하지 않은 근대 경제학을 지칭”(앞의 글, p. 103)한다고 밝혔다는 점에서, 이 용어는 경제학계를 지배하는 이론이나 관점(즉 주류 경제학)을 지칭하는 듯 보인다. 그렇다면 ‘표준 경제학’은 신고전과 경제학 패러다임과 동의어로 이해될 수 있으며(A. Maneschi, 2000, p. 6), 이 글에서도 이러한 의미로 사용될 것이다.

다는 평가도 존재한다(J. Gowdy and S. Mesner, 1998). 그렇지만 이러한 평가는 대체로 그의 1960년대 이전 연구에서 1960년대 이후의 관점이나 견해를 추적하는 형태로 된다는 점에서, 1960년대 이후 그가 독특한 위치나 관점을 보였다는 사실 자체를 부정하지는 않는다.

그렇다고 해서 그가 엔트로피 법칙을 도입한 이후에 비로소 대안 이론을 제시했던 것은 아니다. 그는 이미 ‘12년 동안 루마니아 도피생활’(12-year exile in Romania; 1937-48년)³⁾을 거친 후, ‘농업 경제학’(agarian economy) 또는 ‘농업주의’(agarianism) 라는 새로운 이론을 제시한 적이 있기 때문이다(N. Georgescu-Roegen, 1976, ch.6)⁴⁾. 이 이론에 따르면, 1930-40년대 루마니아처럼 인구과잉의 농촌공동체 사회에서는 임금이 한계생산성이 아니라 평균생산성에 따라 결정되며 그 과정에 전통적인 사회제도(나 사회규범)이 강하게 작용한다. 그래서 그는 ‘표준 경제학’의 왈라스 체계에 대해 특정 사회에만 적용될 수 있는 특수이론이라고 비판한다(N. Georgescu-Roegen, 1988b, pp. S301-S302). 여기서 비판의 초점은 왈라스 체계 자체가 아니라 이 체계의 ‘일반화’에 있다(T.R. Beard & G.A. Lozard, 1999, pp.35-37), 이를 수용할 경우, 그의 농업경제학 또한 1930-40년대 루마니아와 같은 특정 사회에만 적용될 수 있다는 점에서 일반 이론이 되기 어렵다.

이런 점에서, 그가 1970년대 이후 플로우-펀드 모델(flow-fund model)이라는 대안적인 생산이론에서 시작해서 생명경제학으로 나아가는 과정은 매우 중요한 의미를 지닌다. 적어도 표준 경제학을 대체하는 이론의 등장이라는 측면에서, 이 과정은 농업경제학이라는 특수한 대안이론을 넘어 좀 더 일반적인 대안이론을 확보해가는 것으로 이해될 수 있기 때문이다. 이 과정에서 그의 플로우-펀드 모델은 ‘생명경제학’에 대안적인 생산이론을 제공한다. 플로우-펀드 모델이 제외될 경우 그의 생명경제학은 표준경제학에 대한 비판이나 대안적인 관점에 불과할 수 있다는 점에

3) 이는 조지스큐-로이젠 자신이 명명한 것이다(N. Georgescu-Roegen, 2000, p. 222).

4) 이 글(“Economic Theory and Agarian Economics”)은 원래 『옥스퍼드 이코노믹 페이퍼스』(Oxford Economic Papers, 1960)지에 게재되었던 논문이다. 그에 따르면, 이 논문의 아이디어는 원래 루마니아를 떠나 1948년에 시카고 대학 교수들과 저녁 식사 후 잡담시간(after-dinner chat)에 제시되었지만 당시에는 참석자들이 거의 관심을 보이지 않았으며, 이후 자신의 강의를 경청한 리차드슨(G. Richardson)이 원고를 보내달라고 요청해서 게재될 수 있었다(N. Georgescu-Roegen, 2000, pp. 222-223).

서, 이 모델의 위상은 중요하다.

이 글은 바로 이러한 관점에서 그의 플로우-펀드 모델의 의미와 이 모델이 생명경제학과 어떠한 상관성을 갖고 있는지에 대해 평가하기 위한 것이다. 특히 대안이론의 일반화라는 측면에서, 그의 플로우-펀드 모델과 생명경제학의 관계가 논의의 초점이 될 것이다. 이와 함께 그가 이 양자를 연결시키는 과정에서 열역학 법칙과 변증법이 얼마나 중요한 매개고리 역할을 했는가에 대해서도 살펴보게 될 것이다.

II. 열역학적 비가역성과 생명경제학

조지스큐-로이젠에 따르면, 개인의 경제행위는 독립된 것이 아니다. 오히려 그것은 자연과 만나는 과정이자 서로 다른 개인들이 만나는 과정이며, 그래서 자연과 사회로부터 결코 자유롭지 않다. 그러므로 이 과정은 ‘경제인’(Homo-economicus)이라는 가상의 존재로 설명되기 어렵다. 독립된 개인의 경제행위로 보이는 것조차, 사회제도나 사회관계에 기대어 작동될 뿐만 아니라 자연에 의존해서 진행되기 때문이다(N. Georgescu-Roegen, 1988a, p.298-299). 더구나 이러한 경제과정은 시간의 비가역성이라는 질적 변화를 내포하는데, 그는 이것을 진화론적 의미로 이해한다(T.R. Beard & G.A. Lozard, 1999, pp.37-40).

이러한 독특한 견해나 관점은 그의 생애와 무관하지 않다. 그는 부다페스트 대학 수학과(1923-26년)를 졸업한 후 소로본느 대학에서 통계학 박사학위(1927-30년)를 받았으며 이후 영국으로 건너가서도 피어슨(K. Pearson) 교수에게서 통계학을 배웠지만, 1934년에 미국으로 건너가⁵⁾ 슈페터를 만나면서 경제학으로 전환했다.⁶⁾

5) 그의 통계학 연구가 하바드 경제연구소(Havard Economic Barometer)의 주목을 받게 되면서 록펠러재단 초청으로 도미했지만, 그가 미국에 도착했을 때에는 관련 프로젝트가 대공황의 여파로 해체된 상태였다(J. Gowdy and S. Mesner, 1998, pp.138-139).

6) 그는 슈페터가 주도하던 세미나 그룹-그는 이것을 ‘슈페터 대학’(Universitas Schumpeteriana)으로 명명했다-에 참여하면서 경제학을 본격적으로 공부했는데(N. Georgescu-Roegen, 1992, p.130), 당시 이 그룹에는 레온티에프(W. Leontief), 랑게(O. Lange), 칼도(N. Kaldor), 스위지(P. Sweezy), 후버(E. Hoover), 맥럽(F. Machlup), 틴트너(G. Tintner) 등 20세기 경제학계를 주도한 인물들이 참석했다(Beard, T. R. & Lozard, G. A. 1999, p.12). 그는 이들과 교류하면서 1930년대에 소비이론과 생산이론에서 신고전파 경제학을 수학적으로 정교화하는 데 크게 공헌했다고 평가되는 업적을 남길 수 있었다(앞의 책, ch.4).

이후 그는 한동안 수리경제학자로서 상당한 업적을 남기기도 했지만, 점차 경제과정의 질적 변화에 주목하게 되면서 양적 분석에 집중하는 표준경제학에 회의를 느끼기 시작했다. 그 뒤 ‘12년 동안의 루마니아 도피생활’을 통해 관료이자 교수, 또는 정치가로 활동하면서, 사회제도(또는 사회관습이나 사회규범)와 자연환경이 경제 과정에 상당히 크게 영향을 미친다고 확신하게 되었으며,⁷⁾ 이 확신은 1948년에 조국을 탈출해서 미국에 정착한 뒤에도 지속되었다(T.R. Beard & G.A. Lozard, 1999, p.9-19; K. Mayumi & J.M. Gowdy, 1999, p.1-7).

이런 점에서 그의 독특한 견해나 관점은 슈페터와 ‘루마니아 도피생활’에서 가장 크게 영향받았다는 평가(K. Mayumi & J. M. Gowdy, 1999, p.1)가 상당한 타당성을 지닌 듯 보인다. 여기서 질적 변화나 진화에 대한 그의 견해가 주로 슈페터의 영향으로 설명된다면, 그가 사회제도나 자연환경의 중요성을 강조하는 것은 주로 루마니아 도피생활과 연결된다. 그렇지만 이러한 두 가지 요인만으로 그의 독특한 경제학이 충분히 설명되기는 어렵다.

그는 자신의 학문세계에 가장 결정적인 영향을 끼친 스승으로 슈페터와 함께 피어슨⁸⁾을 꼽는다(N. Georgescu-Roegen, 1999, p. xiv). 또한 그는 파리 유학 시절에 경제학 수업을 두 과목을 수강한 후 “경제 현상이 수학적 체계로 설명될 수 없다는 생각에 도달했으며 이후에도 이 생각을 포기한 적이 없다”(N. Georgescu-Roegen, 2000, p.220)고 말한다. 그렇다면 그가 질적 변화를 진화론적 의미로 이해한다는 사실은 몰라도, 양적 분석이나 수학적 모델 중심의 경제학에 대해 회의한다는 사실까지 슈페터의 영향으로 설명하기는 힘들다. 더구나 그에게 질적 변화는 대부분 엔트로피 법칙에서 비롯된 시간의 비가역성과 연결된다는 점에서, 슈페터의 영향은 생각만큼 크지 않을 수 있다.

이러한 비가역성의 문제가 ‘루마니아 도피생활’의 영향으로 설명될 수 있는 것도 아니다. 물론 그는 “루마니아 농민들이 계속된 사용으로 농경지의 토질이 악화되는

7) 당시 루마니아는 농촌 공동체 사회였다. 그래서 자연환경에 대한 의존과 전통적인 공동체의 사회제도(나 사회규범)으로부터 경제행위가 자유로울 수 없었다.

8) 그는 피어슨에게서 자연법칙이 오직 확률형태(stochastic form)로만 표현될 수 있다는 점을 배웠다(N. Georgescu-Roegen, 1992, p.129)고 말한다. 그렇지만 그가 소르본느 대학에 제출한 박사학위 논문의 주제가 임의적인 오류(random errors)에 영향받는 변수들의 일반적인 통계적 산포도(general stochastical scatter)에 대한 분석이었다는 점에서(N. Georgescu-Roegen, 2000, p.219), 그에 대한 피어슨의 영향은 이미 예정된 것처럼 보인다.

것을 막기 위해 노력하고 있음을 알게 되면서……경제과정이 기계적 유비(analogue)가 아니라 엔트로피적 유비로 이해되어야 한다고 생각하게 되었다”(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. xiv)고 말한다. 그렇다고 해도 토질 악화와 관련된 생각과 열역학 법칙의 도입은 분명 서로 다른 사안이다. 자연환경의 중요성을 인식했다고 해도, 누구나 열역학 법칙을 떠올리지는 않는다.

이러한 해석이 조금은 지나친 것일 수도 있다. 그렇다고 해도 그의 경제학의 핵심인 열역학 법칙⁹⁾에 관한 한, 슈페터나 ‘루마니아 도피생활’의 영향으로 충분히 설명될 수 없다는 점이 부정되기는 어렵다. 어떤 의미에서 이 법칙은 그가 슈페터나 루마니아 도피생활에서 영향을 받으면서도 이런 요인들과 구별되는 사안에 가깝다(이상호, 2002, p. 91). 아니 어쩌면 그의 독특한 경제학은 바로 이 법칙을 도입한 데서 비롯된 것일 수 있다.¹⁰⁾

조지스큐-로이젠이 보기에, 열역학 법칙은 인간의 경제행위와 자연환경의 관계를 이해할 수 있는 핵심열쇠이다. 또한 경제과정은 자연환경에서 물질과 에너지를 얻고 이를 다시 인간이 원하는 재화로 전환시키는 과정이라는 점에서, 열역학 법칙에서 결코 자유롭지 않다. 아니 이 법칙을 고려하지 않고는 경제과정을 정확히 이해하기 어렵다(N. Georgescu-Roegen, 1976, pp. 53-54). 익히 알다시피, 열역학 법칙은 에너지 보존법칙(제 1법칙)과 엔트로피 법칙(제 2법칙)으로 구성된다. 전자가 물질과 에너지의 교환과정에서 에너지 총량에 변화가 없음을 의미한다면 후자는 엔트로피 흐름의 비가역성을 지칭한다. 이 중에서 그가 중시하는 것은 후자, 즉 엔트로피 법칙이다. 그는 여기서 비가역적인 엔트로피 흐름과 경제과정의 상관성을 읽는다.

그는 깁스(J. W. Gibbs)의 구분을 차용해서, 저엔트로피 상태의 에너지와 고엔트로피 상태의 에너지를 각각 자유에너지(free energy)와 한계 에너지(bound energy)로 구분한다. 전자가 높은 질서구조를 갖고 있다는 점에서 이용가능하다면, 후자는 ‘혼란스럽게 방출된 에너지’(chaotically dissipated energy)라는 점에서 이용불가하다

9) 그는 1960년대 이후 열역학 법칙을 경제과정 분석에 본격적으로 도입했지만, 이미 1950년대 후반부터 대학원 미시경제학 수업에서 열역학 법칙의 중요성을 언급했었다(T. R. Beard & G. A. Lozard, 1999, p. 19).

10) 그의 독특한 경제학은 루마니아에서의 경험과 열역학 법칙이라는 두 가지 요인에 기초하고 있다는 평가(F. -D. Vivien, 1999, p. 155)가 쉽게 부정될 수 없는 이유는 바로 여기에 있다.

(앞의 책, p. 54). 이렇게 구분할 경우, 경제과정은 자유에너지를 한계에너지, 즉 폐기물로 전환시킨다는 의미에서 비가역적이다. 물질이나 에너지의 엔트로피를 낮추는, 그래서 그것의 질서도를 높이는 방법(예를 들면, 재활용)이 물리적으로나 기술적으로 불가능하지는 않지만, 여기에는 또 다른 자유에너지가 필요하며 그 과정에서 엔트로피 상승은 불가피하다. 이러한 비가역성은 물질과 에너지의 질적 차이를 유발한다. 자유에너지와 폐기물은 질서와 무질서, 이용가능성과 이용불가능성으로 구분된다는 점에서, 그 에너지 크기가 동일하다고 해도 결코 동질적이지 않다. 그렇다면 자유에너지에서 폐기물로 이어지는 과정은 질적 변화를 동반하는, 그것도 비가역적인 변화를 동반하는 과정이다.

그는 여기서 경제과정의 진화법칙을 찾는다. 그에 따르면, 진화는 양적 변화가 아니라 질적 변화이다. 그것도 시간에 대해 비가역적인 변화이다. 그래서 그는 엔트로피 법칙을 경제과정의 진화법칙과 연결시킨다(N. Georgescu-Roegen, 1966, p. 67-68). 우리는 여기서 그에 대한 슈페터의 영향만이 아니라 양자의 차이까지 확인할 수 있다. 슈페터는 질적인 변화(혁신)를 동반하는 경제발전과 양적인 증가만을 지칭하는 경제성장을 구분하고, 끊임없는 기술혁신이 경제의 진화로 이어진다고 본다. 이는 곧 질적 변화나 진화를 중시하는 조지스큐-로이젠의 견해가 슈페터의 경제발전관을 계승한 것으로 볼 수 있음을 시사한다. 그렇지만 슈페터는 조지스큐-로이젠과 달리 진화를 열역학적 의미로 이해하지 않으며, 그래서 무한한 경제성장이나 경제발전의 가능성을 부정하지 않는다.

그렇지만 그의 진화관이 물리적 의미에 국한된 것은 아니다. 그가 보기에, 경제과정은 자연만이 아니라 사회에서도 자유롭지 않다. 여기서 그는 로트카(A. J. Lotka)의 내신체 기구(endosomatic instruments)와 외신체 기구(exosomatic instruments) 개념을 수용한다. 전자가 행위주체의 신체기관을 지칭한다면, 후자는 신체기관 외부에 존재하는 것(노예, 생산수단, 노동자 등)을 지칭한다. 노예와 노동자는 특정한 사회관계나 사회제도를 전제하며 생산수단 또한 사회 진화단계에 따라 달라질 수 있다는 점에서, 그에게 외신체 기구는 경제과정의 역사성과 사회성을 보여주는 지표이다. 그는 모든 생명체 중에서 인간만이 두 기구를 동시에 사용하며, 그래서 그 어떤 생명체보다도 많은 물질과 에너지를 소비한다고 본다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 25).

그는 외신체 기구의 변화를 사회진화와 연결시킨다. 그에 따르면, 외신체 기구는

인간만이 사용하며, 그 진화속도 또한 내신체 기구보다 훨씬 빠르다. 인간은 외신체 기구를 이용해서 저엔트로피 상태의 물질과 에너지를 확보하고자 노력하므로, 이 기구는 끊임없이 변화될 수밖에 없다. 외신체 기구의 변화는 단순히 기술혁신에 그치지 않고, 사회관계까지 질적으로 변화시킨다(N. Georgescu-Roegen, 1977a, pp. 362-363). 심지어 그는 경제행위와 관련된 모든 사회제도(시장제도, 화폐제도, 신용제도, 기업제도 등)의 진화를 외신체 기구의 변화로 설명하기도 한다(N. Georgescu-Roegen, 1986, p. 248-249). 여기서 그치지 않고, 그는 이러한 사회진화에서 사회적 불평등의 원인을 찾는다.¹¹⁾ 인간이 외신체 기구를 이용해서 저엔트로피 상태의 물질이나 에너지를 확보하고자 노력할 경우, 생산과정은 사회갈등 공간으로 전환되며, 그래서 개인·집단·지역이 보유하고 있는 외신체기구에 따라 개인적·사회적·국제적 불평등이 필연적으로 발생한다고 본다(N. Georgescu-Roegen, 1992, pp. 146-147).

외신체 기구의 영향은 여기에 그치지 않는다. 그는 이것의 이용이 인류에게 경제성장의 가능성만이 아니라 성장지상주의(Growthmania)까지 제공한다고 본다. 성장지상주의는 자연환경이 성장을 제약할 수 있다는 측면을 간과하며, 설령 이 측면이 나타나더라도 기술혁신으로 극복할 수 있다고 믿는다. 그렇지만 열역학 법칙은 기술혁신으로 극복될 수 있는 사안이 아니다. 그렇다면 성장지상주의는 자원고갈을 야기해서 사회갈등을 더욱 악화시키기 쉽다(N. Georgescu-Roegen, 1977a, pp. 363-372). 이를 극복하기 위해서는 인간의 경제활동을 자연자원의 수용능력에 맞춰 조절할 필요가 있는데, 여기서 그는 생명경제학을 대안으로 제시한다.

그에 따르면, 생명경제학은 경제행위를 생물학적 활동의 연장으로 취급하는 관점이다(N. Georgescu-Roegen, 1986, p. 249). 이 용어는 경제과정의 생물학적 기원을 잊지 않으면서 인류의 생존문제가 이용가능한 자원, 그것도 불균등하게 분포되거나 소유되는 자원의 제한된 규모와 관련된 사안임을 강조하기 위해 사용된 것이다(N. Georgescu-Roegen, 1977a, p. 361).¹²⁾ 인류의 생존이 이용가능한 자원의 문제라면, 생명경제학의 핵심은 생물학적 활동이나 진화가 아니라 이용가능한 자원의

11) 그래서 그는 생산과정을 “사회갈등의 현실적인 무대”(N. Georgescu-Roegen, 1986, p. 251)로 이해한다.

12) 이와 관련해서, 그는 로트카에게서 “경제과정이 생물학적 진화의 연장이라는 사고”(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. xiv)를 계승했다고 말한다.

확보에 있다. 이는 곧 생명경제학이 생물학적인 것이 아니라 물리학(열역학)적인 것임을 시사한다(이상호, 2002, p.100). 이러한 특성은 그가 태양에너지에 기초한 경제구조나 기술¹³⁾을 확보하는 것이 생명경제학 원리에 부합되는, 그래서 인류와 사회의 지속가능성(viability)을 보장할 수 있는 궁극적인 대안이라고 주장하는 데서 더욱 분명히 드러난다.

이러한 주장의 이면에는 지구상의 모든 생명체가 궁극적으로 태양에너지에 의존하지만 아직까지는 그 일부만을 이용한다는 사실이 놓여 있다. 그렇지만 그가 여기서 곧바로 태양에너지에 기초한 경제구조를 유일한 대안으로 제시하지 않는다. 그가 보기에, 태양에너지는 화석연료와 달리 무공해 청정에너지일 뿐더러, 저장(stock)인 화석연료와 달리 유량(flow)이기도 하다. 그래서 고갈될 위험도 없다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 25-28). 문제는 태양에너지에 기초한 경제구조를 확보하기가 쉽지 않다는 점이다.

이에 따라 그는 생명경제학 프로그램을 다음과 같이 제시한다. 1) 사회적 갈등을 증폭시킬 수 있는 전쟁수단 생산을 중단해야 한다. 2) 경제개발은 엔트로피 상승을 최소화시키는 범위 안에서 이루어져야 하며, 이를 위해 선진국은 후진국에게 자본과 기술을 원조해야 한다. 3) 인구는 유기농법을 통해 유지될 수 있는 수준으로 억제되어야 한다. 4) 태양에너지를 직접 사용할 수 있을 때까지 에너지 사용을 억제하거나 규제해야 한다. 5) 사치품의 생산·소비를 억제해야 한다. 6) 패션산업을 제거하고 상품의 내구성 중심으로 제조업을 재편시켜야 한다. 7) 내구재의 내구성을 더욱 강화시켜야 한다. 8) 근면한 생활을 통해 여가시간을 확보하고 이를 창조적인 지적 작업에 투자하도록 유인해야 한다(앞의 책, p.33-34).¹⁴⁾

여기서 우리는 그의 생명경제학이 기본적으로 자원개발을 억제함으로써 엔트로피 상승을 최소화하는 방법을 모색하고 있음을 알 수 있다. 물론 여기에는 (4 항에서 드러나듯이) 태양에너지에 기초한 경제구조를 확보하기란 쉽지 않다는 판단이 놓여 있을 것이다. 그렇다면 그의 생명경제학은 태양에너지에 기초한 경제구조를 이

13) 그는 고대 그리스 신화의 프로메테우스라는 인물을 이용해서 인류역사를 각각 목재 에너지 시대(Prometeus I), 화석연료 시대(Prometeus II), 태양에너지 시대(Prometeus III)로 구분하고, 우리의 과제는 두 번째 시대에서 세 번째 시대로 전환하는 것이라고 주장한다(N. Georgescu-Roegen, 1986, pp.274-277; 1992, pp.150-152).

14) 그는 ‘네 이웃을 네 몸처럼 사랑하라’는 계율보다 ‘생명체(species)를 네 몸처럼 사랑하라’는 계율이 생명경제학의 윤리에 부합된다고 주장한다(N. Georgescu-Roegen, 1977b, p.270).

상적인 대안으로 추구하면서 현실적으로는 엔트로피 상승을 억제하거나 최소화하는 방법을 모색하는 것으로 요약된다. 그가 맬더스와 그 후계자들을 비판하는 이유는 바로 여기에 있다.

익히 알다시피, 맬더스는 인구법칙을 통해 인구와 식량의 양적 균형을 중시한다. 인구는 결코 식량수준 이상으로 증가할 수 없다고 보기 때문이다. 맬더스주의자들은 이러한 균형관을 계승해서 생태계 문제에 접근한다. 다만 이들은 이것을 인구와 식량의 관계를 넘어 인구, 자연환경(식량 포함), 경제성장의 관계로 확대했다는 점에서 맬더스와 다를 뿐이다. 그래서 맬더스에게는 무한한 인구증가가 인간사회를 위협하는 재앙이라면, 맬더스주의자들에게는 무한한 인구증가만이 아니라 무한한 경제성장 또한 자원고갈을 야기해서 인간사회를 위협하는 재앙으로 작용할 수 있다. 그래서 후자는 균형성장이나 제로성장(또는 안정상태)에서 생태계 문제의 해법을 찾는다. ‘성장의 한계’(the limits to growth)나 ‘지속가능한 개발’(sustainable development)이 대표적이다.

그렇지만 조지스큐-로이젠은 이러한 대안이 물리적으로 불가능하다고 비판한다. 균형성장이나 지속가능한 개발은 말할 것도 없고, 제로성장이나 안정상태(stationary state)조차 일정기간에는 가능할지 몰라도 장기적으로 지속될 수는 없다고 보기 때문이다. 그래서 그는 물리법칙에 대해 특권화된 위치를 지닌 안정상태란 존재할 수 없으며, 성장률이 감소되는 (-) 성장만이 유일한 대안이라고 주장한다(앞의 책, pp. 23-25).¹⁵⁾ 물론 여기에는 엔트로피 법칙이 가장 중요한 근거로 놓여 있으며, 그래서 맬더스(주의)에 대한 그의 비판은 엔트로피 법칙을 간과하고 있다는 측면으로 집약된다(N. Georgescu-Roegen, 2000, p. 225).

Ⅲ. 표준경제학의 한계와 변증법

이렇게 볼 때, 그의 생명경제학은 사회 진화에 대해 간과하지는 않았지만, 기본

15) 그는 자신의 생명경제학 만큼이나 엔트로피 법칙을 적극적으로 도입한 불당의 ‘우주선 경제’(spaceman economy; K. E. Boulding, 1993) 론이나 델리의 ‘균제상태 경제’(steady state economy; H. E. Daly, 1974) 론에 대해 밀(J. S. Mill)의 ‘안정상태’ 개념을 수용했다는 이유로 비판하기도 한다(N. Georgescu-Roegen, 1977b, pp. 266-267). 여기에는 조지스큐-로이젠의 ‘열역학 제 4 법칙’과 관련된 논쟁이 놓여 있는데, 이에 대해서는 N. Georgescu-Roegen(1987a, p. 8-9), K. E. Boulding(1993, pp. 301-303)을 참조하라.

적으로 열역학 법칙을 중심으로 구성되었다고 말할 수 있다. 물론 그는 ‘루마니아 도피생활’의 영향으로 사회제도나 사회규범, 혹은 사회관계가 경제과정에 미치는 영향을 강조했으며, 이를 통해 ‘농업 경제학’이라는 대안이론으로 제시하기도 했다. 그렇지만 그의 농업 경제학은 일반적인 대안이론이라기보다 특수한 대안이론이라는 점에서, 그의 생명경제학에서 사회적 요인이 차지하는 위상은 비교적 주변적이다. 이런 점에서 그의 일반적인 대안이론은 열역학 법칙을 중심으로 구성되었다는 평가를 쉽게 부정하기 힘들다. 이러한 특징은 그가 변증법에 기대어 대안이론의 일반화를 모색하는 과정에서도 그대로 드러난다.

그에 따르면, 표준경제학은 경제과정을 자연이나 사회로부터 영향을 받거나 주지도 않는, 고립된 순환과정으로 취급한다. 그래서 이 과정을 자연환경이나 사회제도의 비가역적 변화에서 자유로운 것으로 이해하고, 독립된 변수들 간의 양적인 크기나 그 변화, 그것도 가역적인 변화만을 탐구한다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. x-xi). 여기에는 표준경제학이 역학(mechanics) 모형과 수학적 분석도구(mathematical tool)에 기반을 두고 있다는 사실이 놓여 있다.

역학 모형은 기본적으로 시간에 대해 독립적인 법칙과 질에서 자유로운 구조를 전제한다. 그래서 그것은 양적인 변수들의 크기나 그 관계에 관심을 보이며, 게다가 이 변수들을 시간에 대해 가역적인 것으로 취급한다. 여기서 경제과정은 자연과 사회로부터 독립된, 그래서 영향을 주고받지 않는 순환과정으로, 그것도 가역적인 양적 변화만이 나타나는 과정으로 이해된다(앞의 책, p. 6-7). 여기에 덧붙여, 표준경제학은 수학적 분석도구를 이용해서 독립된 양적 변수들 간의 산술형태적(arithmomorphic) 관계를 정의하고 이를 통해 경제과정을 분석한다. 그렇지만 이러한 분석방식은 모순관계(A와 ~A가 동시에 진실이다)를 허용하지 않으므로 동일한 과정에서 서로 이질적인 결과(이를 태면, 재화와 폐기물)가 동시에 나타나거나(경제과정에 사회제도나 자연환경이 개입하듯이) 서로 이질적인 요인들이 혼합된 현상에 대해 설명하지 못한다. 그래서 질적 변화, 즉 비가역성에 대해서도 설명할 수 없다. 그가 변증법을 대안으로 제시하는 이유는 바로 여기에 있다(N. Georgescu-Roegen, 1988a, p. 300-304).

경제학이 처음부터 이러한 특징을 갖고 있었던 것은 아니다. 그에 따르면, 역학 모형은 산업혁명 이후 맹신되기 시작했으며(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 56-57), 신고전파 경제학은 바로 이러한 환경에서 등장했다. 그래서 신고전파 경

제학은 고전과 경제학과 달리 인간의 경제행가 자연환경에 의존하는 측면을 중시하지 않았으며, 그 결과 자연환경이 성장을 제약할 수도 있다는 ‘환경제약조건’을 인정하지 않았다(N. Georgescu-Roegen, 1986, p. 252-255). 이렇듯 자연환경의 영향을 무시할 경우, 열역학 법칙에서 비롯된 비가역성의 문제나 이와 관련된 질적 변화(혹은 차이)를 고려하기 어렵다. 신고전과 경제학이 경제과정을 양적 크기나 그 차이, 그것도 가역적인 산술형태적 함수형태 중심으로 설명하게 된 것은 결코 우연이 아닌 셈이다.

물론 그는 신고전과 경제학이 열역학 법칙을 완전히 무시했다고 보지 않는다. 열역학 1법칙만 수용함으로써 비가역성을 인정하지 않게 되었다고 비판할 뿐이다(N. Georgescu-Roegen, 1966, p. 96).¹⁶⁾ 그래서 그는 신고전과 경제학이 경제과정을 독립된 순환과정으로 취급하고, 그 과정에서 소비된 것과 산출된 것의 양적 비교만을 중시할 뿐, (배출된) 폐기물의 질적 차이를 무시한다고 본다. 그가 신고전과 경제학을 ‘무시간적 동력학’(timeless kinetics)으로 비판하는 이유는 바로 여기에 있다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 3).

그의 신고전과 경제학, 즉 표준경제학 비판은 열역학적 비가역성이라는 측면에 국한되지 않는다. 그는 신고전과 경제학과 맑스주의를 비교하면서, 후자 또한 전자와 마찬가지로 경제과정을 자연에서 독립된 순환과정으로 취급하며, 그래서 열역학적 비가역성의 문제를 간과하고 있다고 비판한다(앞의 책, pp. 16-18, 56). 그러면서도 그는 맑스주의가 경제과정을 사회제도나 사회관계에 의존하는 것으로 보며 이와 관련된 사회진화의 문제까지 고려한다는 점에서 신고전과 경제학과 다르다고 평가한다(N. Georgescu-Roegen, 1966, p. 101-102). 이는 결국 그의 표준경제학 비판이 경제과정을 자연환경에서 독립된 것으로 본다는 사실에 국한된 것이 아니라 사회제도나 사회관계로부터도 독립된 것으로 본다는 사실까지 포함하는 셈이다.¹⁷⁾

실제 경제과정은 자연과 사회로부터 분리되지 않는다 해도, 이론과 현실의 간극을 고려할 때 경제과정을 자연이나 사회로부터 독립된 순환과정으로 취급하거나 이

16) 미로우스키는 신고전과 경제학이 “1870년대 지배적인 물리이론을 대담하게 복사”(P. Mirowski, 1989, p. 3) 했지만 그 범위가 열역학 1법칙에 국한되었으며, 심지어 이 1 법칙조차 제대로 적용하지 못했다고 본다. 그래서 그는 신고전과 경제학이 “물리학자와 과학철학자들의 주장을 무시함으로써 과학이 되었”으며 “모방 성공 외에는 그 어떠한 실용주의적 과학 규정도 갖고 있지 않다”(앞의 책, p. 357)고 혹평한다.

17) 물론 여기서도 그의 표준경제학 비판은 주로 열역학 법칙에 기초한 것이다.

를 산술형태적 함수관계로 표현했다는 이유로 특정 이론을 무조건 거부할 수는 없다. 그렇지만 이 이론이 현실을 설명하는 데 기여하기보다 오히려 방해하거나 왜곡한다면 사정이 달라진다. 그의 표준경제학 비판의 핵심은 바로 여기에 있다. 이는 그가 표준경제학의 성장 모델을 비판하는 데서 잘 드러난다. 그는 이 모델이 환경 제약조건을 무시할 뿐만 아니라 시간의 비가역성까지 무시한다고 비판한다. 환경 제약조건과 관련된 비판의 주요 쟁점은 자연자원과 자본의 대체가능성 가정이다(N. Georgescu-Roegen, 1993, p. 92-93). 자연자원과 자본이 완전히 대체가능하다면, 자연자원이 고갈되더라도 자본의 투입규모를 무한히 증대시킬 수 있으므로 환경 제약조건이 작동되지 않는다.¹⁸⁾ 그렇지만 그는 이러한 대체가능성이 논리적으로는 가능할지 몰라도 물리적으로는 불가능하며, 그래서 이 가정에 기초한 표준 경제학이 비현실적일 수밖에 없다고 비판한다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 17).¹⁹⁾

이러한 비판에 대해 표준경제학은 환경제약조건을 ‘회소성 조건’으로 볼 수 있으므로, 표준경제학으로도 충분히 현실성이 있는 설명이 가능하다고 반박할지 모른다. 그러나 그는 환경제약조건을 회소성 조건으로 볼 수 있다고 하더라도, 여기서 회소성은 상대적 의미(회소하지만 사용 자체가 파괴로 이어지지 않는 것)가 아니라 절대적 의미(회소할 뿐만 아니라 사용 자체가 파괴로 이어지는 것)로 접근해야 하며, 그래서 그 어떤 다른 자원으로도 완전히 대체될 수 없는 것으로 이해해야 한다고 본다(N. Georgescu-Roegen, 1986, p. 250-252). 물론 여기에는 엔트로피 법칙이 놓여 있을 것이다. 이 법칙에 따르면, 자연자원은 점차 고갈되며 자본으로 대체되지도 않는다. 여기서는 무한한 성장가능성이 성립할 수 없다. 이러한 맥락에서, 그는 표

18) 예를 들어, 생산함수가 $Q = R^\alpha L^\beta K^\gamma$ 와 같이 표현될 경우(R , L , K 는 각각 자연자원, 노동, 자본을 의미), R 이 점차 감소되더라도 L 과 K 가 충분히 증대될 수 있다면 Q 가 변하지 않을 수도 있다(T.R. Beard & G.A. Lozard, 1999, pp. 115-116).

19) 솔로우는 자연자원과 자본의 대체불가능성에 의문을 제기하면서, “자연자원을 다른 요소로 아주 쉽게 대체할 수 있다면, ……세상은 자연자원없이 유지될 수 있다”(R. Solow, 1974, p. 11)고 주장한다. 과연 이러한 주장으로 조지스큐-로이젠의 비판에서 벗어날 수 있을까? 조지스큐-로이젠이 대체가능성을 부정하는 이유는 그것이 엔트로피 법칙 때문에 물리적으로나 현실적으로 불가능하다고 보기 때문이다. 허나 솔로우는 엔트로피 법칙을 인정하면서도(앞의 글, p. 2, 11) 대체가능성을 부정하지 않는데, 여기에는 ‘자연자원을 다른 요소로 아주 쉽게 대체할 수 있다면’이라는 조건이 놓여 있다. 솔로우는 이 조건을 통해 대체가능성 문제를 모델 내부의 논리적·이론적 가능성 문제로 전환했지만, 이것은 물리적·현실적 가능성 문제와 질적으로 다른 사안이다. 이런 점에서 솔로우는 조지스큐-로이젠의 비판에 대해 제대로 답변하지 않은 셈이다(H. E. Daly, 1997).

준경제학이 물리적으로 불가능한, 그래서 현실성이 없는 설명을 제공한다고 비판한다.²⁰⁾

그는 시간의 비가역성과 관련해서, 표준 경제학의 또 다른 비현실성을 폭로한다. 그가 보기에, 경제과정은 자연과 만나는 과정이자 역사적 시간 속에서 진행되는 과정이다. 여기서 시간의 흐름은 혁신과 질적 변화, 즉 비가역성을 동반하기 때문에 산술형태적 함수관계로만 설명되기 어렵다. 예를 들어, 주요 운송수단이 마차에서 자동차로 전환되면 (경제변수의 양적 변화에 그치지 않고) 생산방식이나 유통구조가 전반적으로 달라지고 이와 관련된 사회제도까지 변화되기 쉽다. 그래서 (운송수단과 관련된) 기술 혁신이 경제과정 전체의 질적 변화나 사회제도(또는 사회관계)의 근본적인 변화로 이어질 수 있다. 사정이 이러하다면, 표준경제학처럼 산술형태적 함수관계에 단순히 시간 변수를 추가하는 방식²¹⁾은 시간의 흐름에 따른 변화를 적절히 설명하기 어렵다(N. Georgescu-Roegen, 1988b, pp. S299-S301).

그렇다면 좀더 현실적인 경제학을 확보하기 위해서는, 그래서 경제과정의 질적 변화나 진화를 이해하기 위해서는, 서로 이질적인 요인들이 공존하는, 그래서 모순 관계를 허용하는 방법론이 요구된다. 그렇다고 해서 그가 역학 모형이나 산술형태적 관계에 기초한 방법을 무조건 부정하는 것은 아니다. 다만 그는 이러한 방법이 항상 타당한 것이 아니며, 때로는 이와 무관한 방법(즉, 변증법)이 훨씬 더 타당할 수 있다고 생각할 뿐이다(N. Georgescu-Roegen, 1999, pp. 11-15). 특히 경제과정의 경우, 그는 서로 이질적인 요인이 공존하는, 그래서 모순적인 상황이 오히려 일반적이라고 본다. 그래서 그는 이 과정을 분석하기 위해서는 산술형태적 관계에 기초한 방법만큼이나, 아니 어쩌면 그보다 더 변증법이 필요하다고 본다.²²⁾

그는 흔히 ‘루마니아 도피생활’을 통해 표준 경제학만이 아니라 맑스주의에 대해서도 회의하게 되었다고 평가받는다(J. Gowdy and S. Mesner, 1998, p. 139) 는 점

20) 그에 따르면, 희소성의 궁극적인 원천은 엔트로피 법칙이다. 그러므로 “경제적 가치를 지닌 대상만이 가격을 가지며, 엔트로피가 낮은 대상만이 경제적 가치를 지닌다. 그러나 이 역은 성립하지 않는다”(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 56). 그래서 “열역학은 기본적으로 경제적 가치에 관한 물리학이다”(N. Georgescu-Roegen, 1987b, p. 153) 라고 주장하기도 한다.

21) 시간 t_1 , t_2 에 대해 생산함수를 각각 $Q_1 = F(K, L; t_1)$, $Q_2 = F(K, L; t_2)$ 로 정의하는 방식이 여기에 해당된다.

22) 심지어 그는 “대부분의 수리경제학 영역만큼 변증법이 반드시 필요한 과학 분야를 알지 못한다”(N. Georgescu-Roegen, 1992, p. 142) 고 주장하기까지 한다.

에서, 이렇게 변증법의 도입을 강조한다는 사실은 매우 흥미롭다. 그도 인정하다시피, 변증법은 분명 헤겔과 맑스의 독특한 관점을 수용한 것이기 때문이다. 더구나 그는 생산과정을 (맑스와 마찬가지로) 사회적 갈등과 투쟁의 영역으로 이해한다는 점에서, 그가 맑스(주의)에게서 가장 크게 영향을 받았다는 평가(A. Maneschi, 2000)²³⁾에 대해 쉽게 거부하기 힘들지도 모른다. 그렇다고 해도 그가 맑스(주의)의 이론이나 견해를 전반적으로 수용했다고 보기는 어렵다.

그는 맑스(주의)와 비슷하게 생산과정을 갈등과 투쟁의 영역으로 이해하면서도, 맑스와 달리 생산수단의 사회화가 이러한 갈등과 투쟁을 종식시킬 수 없다고 본다(N. Georgescu-Roegen, 1977a, p.368).²⁴⁾ 또한 그는 자신이 헤겔과 맑스에게서 변증법 개념을 수용했지만, 자신에게는 이것이 “헤겔과 맑스의 관점에서처럼 자연과 사회의 입법자가 아니라 우리의 사고를 표현하는 수단”(N. Georgescu-Roegen, 1992, p.137)에 불과하다고 말한다. 좀더 흥미로운 사실은 그가 경제발전 혹은 사회진화에 대한 스펀터의 견해를 변증법적인 의미로 이해하고 있다는 점이다(N. Georgescu-Roegen, 1988a, pp.313-315). 이는 곧 그가 헤겔과 맑스에게서 변증법 개념을 수용했지만, 그 의미까지 수용하지는 않았음을 함축한다. 오히려 그는 이 개념을 질적 변화나 비가역성 일반을 보여주는, 또 다른 의미로 사용할 뿐이다.

23) 특이하게도, 마네스키는 조지스큐-로이젠이 가장 크게 영향을 받은 인물로 맑스와 함께 고센(Gossen)을 언급한다. 그에 따르면, 고센은 제본스와 달리 효용극대화 문제를 시간의 비가역성과 연결시켰는데, 조지스큐-로이젠은 바로 이러한 시간관을 수용했기 때문이다(A. Maneschi, 2000, pp. 8-17). 그렇지만 조지스큐-로이젠의 시간관이 주로 엔트로피 법칙과 관련된다는 점을 간과할 수 없는 한, 이러한 판단을 그의 생명경제학 전체에 적용가능한 것으로 보기에는 조금 무리가 있는 듯 보인다. 물론 그는 1983년에 출간된 고센 저작의 영역본(The Laws of Human Relations and the Rules of Human Action Derived Therefrom, trans by R. C. Blitz, Cambridge univ.)에 130여 페이지에 이르는 서문(“Hermann Heinrich Gossen: His Life and Work in historical perspective”)를 게재했을 정도로, 고센을 상당히 높게 평가했으며, 그래서 그의 시간관에도 고센의 영향이 상당부분 존재할 것이다. 그렇다고 해도 고센의 시간관이 열역학 법칙을 전제한다고 볼 수 없는 한, 조지스큐-로이젠의 소비이론은 몰라도 생명경제학에 대해서까지 고센이 크게 영향을 미쳤다고 보기는 쉽지 않을 것이다.

24) 마네스키에 따르면, 조지스큐-로이젠은 사회갈등이 계급관계만이 아니라 저엔트로피 자원을 획득하기 위한 과정에서도 발생한다고 보았기 때문에, 공산주의 사회가 도래하더라도 사회갈등이 지속될 수 있다고 보았다(A. Maneschi, 2000, pp.5-8).

IV. 플로우-펀드 모델과 생명경제학

지금까지 보았듯이, 그의 생명경제학이나 변증법적 방법론은 표준경제학과 다르게 경제과정을 이해할 수 있는 가능성을 제공했다는 점에서 매우 시사적이다. 그렇지만 경제과정이 구체적으로 작동되는 방식에 대한 이론적 설명이 포함되지 않는 한, 이러한 가능성만으로는 일반적인 대안이론이라는 기준을 충족하기는커녕 표준경제학에 대한 비판이나 대안적인 관점에 그치기 쉽다. 이런 의미에서 그의 플로우-펀드 모델이 생명경제학에서 차지하는 위치는 매우 중요한 듯 보인다. 이 모델은 기존 이론에 대한 비판이나 대안적인 관점을 제시하는 데 그칠 수도 있었던 생명경제학에 일반적인 이론 장치를 제공한다. 이는 곧 그의 생명경제학이 플로우-펀드 모델을 통해 일반적인 대안이론 혹은 대안이론의 일반화라는 수준으로 상승하게 되었음을 시사한다.²⁵⁾ 흥미로운 사실은 이 과정에서도 변증법이 중요한 역할을 담당한다는 점이다.

그에 따르면, 생산과정은 유입(inflow)과 유출(outflow)의 과정이다. 생산과정 외부에서 유입된 것이 과정 내부의 변형을 거쳐 다시 외부로 유출되는 과정이기 때문이다. 여기서 물질과 에너지는 생산과정의 외부에서 내부로, 다시 내부에서 외부로 끊임없이 이동한다(N. Georgescu-Roegen, 1976, pp. 81-83). 그러므로 이 과정은 내부와 외부를 분리할 경우 정확히 이해되기 어렵다. 오히려 그 내부와 외부를 동시에 고려해야 할 뿐만 아니라 양자의 상관성까지 살펴보아야 좀 더 정확히 이해가 가능하다. 더구나 생산과정은 단순히 양적 변화에 그치지 않고, 질적 변화까지 동반한다는 점에서, 양적 변화에 국한된 분석으로는 이 과정이 제대로 이해되기는커녕 오히려 방해받기 쉽다. 그가 표준경제학의 생산함수를 비판하면서, 플로우-펀드 모델을 새롭게 제기하는 이유는 바로 여기에 있다.

그에 따르면, 표준 경제학은 생산과정을 투입(input)과 산출(output)의 산술형태

25) 그렇다고 해서 그가 생명경제학을 제시한 후, 그 내용을 채우기 위해 플로우-펀드 모델을 구상했던 것은 아니다. 생명경제학이라는 용어는 1975년 논문("Bio-Economic Aspects of Entropy")에서 처음 등장했다고 평가되지만(E. Seifert, 1994, p. 279), 플로우-펀드 모델은 1969년 Richard T. Ely 기념강연에서 처음 아이디어가 제시된 후(T.R. Beard & G.A. Lozard, 1999, p. 65), 1971년 저작(*The Entorpy Law and the Economic Process*; 이 글에서는 1999년 판 인용)과 1976년 저작(*Energy and Economic Myths*)에서 본격적으로 도입되었기 때문이다(N. Georgescu-Roegen, 2000, pp. 223-224).

적 함수형태로 표현한다. 이른바 $Q = F(L, K)$ 형태가 그것이다. 이 함수는 흔히 스톡(Stock)이나 플로우(Flow)로 이해되는데, 어떻게 이해하든지간에 차이가 없다고, 그래서 혼용될 수 있다고 평가된다. 그렇지만 스톡과 플로우가 생산과정의 서로 다른 측면을 의미하므로, 두 가지 생산함수를 혼용하는 것은 위험하다(N. Georgescu-Roegen, 1999, pp. 219-220).²⁶⁾ 이러한 비판에 대해, 표준 경제학은 $\Delta S = S(t_1) - S(t_0)$ (여기서 ΔS 는 flow, $S(t_i)$ 는 t_i 시점의 stock)이라는 항등식을 통해 플로우 모델과 스톡 모델 사이를 이동할 수 있다고 답변할 것이다.²⁷⁾ 그렇지만 생산과정은 질적 변화나 창조를 동반한다는 점에서, 플로우는 스톡 변수의 양적 변화만으로 충분히 설명되지 않는다(앞의 책, pp. 220-224; T.R. Beard & G.A. Lozard, 1999, p. 66).²⁸⁾

그에 따르면, 표준경제학의 한계는 생산과정을 설명하면서 시간, 즉 시간의 비가역성에 따른 질적 변화를 고려하지 않았다는 사실에서 비롯된다(N. Georgescu-Roegen, 1999, pp. 234-238). ‘과정은 변화’라는 그의 판단을 인정한다면, 표준경제학은 과정을 이해할 수 없는 분석틀로 생산‘과정’에 접근하는 역설을 보여주는 셈이다. 이는 역으로 그의 플로우-펀드 모델이 생산과정에 시간을 명시적으로 도입함으로써(T.R. Beard & G.A. Lozard, 1999, pp. 70-71), 질적 변화나 비가역성을 내포한 과정 자체의 특성을 좀더 정확히 이해하는 방법일 수 있음을 함축한다. 이 모델의 특징은 여기서 그치지 않는다.

26) 이러한 견해는 그가 1949년에 『하바드 경제예측』(*Havard Economic Project*, March 22, 1949)에 게재된 논문에서 처음 언급되었으며, 1965년 국제경제학회(International Economic Association)에서 발표한 논문에서 재론된 바 있다. 전자의 논문에서, 그는 생산함수를 스톡으로 이해하는 경우(von Neumann 생산함수)와 플로우로 이해하는 경우(Leontief 생산함수)로 구분하고, 이를 각각 $Q = F(L, K)$ 와 $q = f(l, k)$ 로 표현한다. 이 두 함수가 동일한 크기를 보여주기 위해서는 $F \equiv f$ 가 성립해야 하는데, 이를 위해서는 $Q \equiv tq$, $L \equiv tl$, $K \equiv tk$ (t 는 시간), 즉 모든 생산함수가 규모에 대해 일차동차이어야 한다는 조건이 충족되어야 한다. 그래서 그는 1965년 논문에서 표준 경제학의 두 가지 생산함수 사이에 심각한 인식론적 불일치나 수학적 오류가 존재한다고 비판했지만, 당시 논평자(contre-rapporteur)였던 파틴킨(Don Patinkin)에게서조차 근본적인 수학적 오류를 안고 있다는 혹평을 받았을 뿐이다(N. Georgescu-Roegen, 1992, pp. 140-141).

27) 이는 실제로 피셔(I. Fisher)가 플로우와 스톡의 관계를 설명하는 방식이기도 하다(N. Georgescu-Roegen, 1999, pp. 224-228).

28) “생산함수는 생산물과 투입물(inputs)의 양적 변화 결과로 발생하는 질적 변화를 반영할 수 없다”(M. Morroni, 1999, p. 196)고 비판받는 이유는 바로 여기에 있다.

그는 생산과정에 자연환경을 명시적으로 도입한다(A. Maneschi & S. Zamagni, 1997, p. 703). 표준경제학에서는 자연환경이 단순히 주어진 외부조건으로 취급된다는 점에서, 이는 매우 중요한 의미를 지닌다. 여기에 덧붙여, 그는 투입(input)과 산출(output)의 질적 차이나 변화까지 고려한다. 그에 따르면, 흔히 투입과 산출로 정의되는 것은 생산과정의 경계선을 넘어 유입되거나 유출되는 것이다. 이렇게 볼 경우, 자연환경은 생산과정 외부에서 내부로 유입되었다가 다시 외부로 유출된다는 점에서, 투입이자 산출로 존재한다. 이러한 특성은 노동의 경우에도 동일하게 나타난다. 그렇지만 휴식을 취하고 일터에 투입될 수 있는 노동자(the rested worker)와 일이 끝나서 피곤한 노동자(the tired worker)가 동일한 사람이지만 질적으로 다른 존재이듯이, 투입으로서의 자연환경과 산출로서의 자연환경은 질적으로 다르다. 후자는 폐기물까지 동반한 것이기 때문이다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 64).

질적 변화나 차이를 생산과정 이론에 고려하기 위해서는, 표준경제학과 다른 접근이 요구된다.²⁹⁾ 그에 따르면, 생산과정은 외부에서 내부로, 다시 내부에서 외부로 물질과 에너지가 끊임없이 흐르는 ‘과정’이다. 이 과정에서 내부와 외부, 투입과 산출은 개념적으로만 구별될 뿐 이산적이지는 않다. 그러나 표준경제학은 생산함수를 이산적으로 구별(discretely distinct)되는 변수들로 설명한다. 그래서 생산과정의 외부와 내부, 투입과 산출을 명확히 구별할 뿐만 아니라 완전히 독립된 것, 즉 이산적인 것으로 취급한다. 그렇지만 생산과정에서 산출은 내부에서 외부로 이동하며, 투입은 그 반대 방향으로 이동한다는 점에서, 생산과정의 내부와 외부는 구별될 수 있을 뿐 완전히 독립된 것이 아니다. 게다가 동일한 대상이 투입이자 산출로 존재할 수 있다는 점에서, 투입과 산출 또한 완전히 독립된 범주도, 양자 사이에 양적 차이만 존재하는 것도 아니다(W. H. Miernyk, 1999, pp. 69-70). 이렇듯 생산과정이 서로 이질적인 상황과 요소들이 혼재하면서 질적 변화나 비가역성을 드러낸다면, 역학 모형이나 산술형태적 함수관계는 적합한 설명틀이 아니다. 그가 변증법으로 생산과정을 분석해야 한다고 주장하는 이유는 바로 여기에 있다.³⁰⁾

29) “우리가 통상적인 생산물만이 아니라 피곤한 노동자와 사용된 도구까지 경제적 생산의 결과로 나타난다는 대안적인 관점을 수용하게 되면, 우리의 전반적인 분석틀이 붕괴할 것이다”(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 64).

30) 그에 따르면, 변증법은 구별(distinct)되지만 이산적으로 구별(discretely distinct)되지는 않

그는 생산과정에 참여하는 요소를 크게 두 범주로 구분한다. 그 하나가 투입이나 산출 중에서 오직 한 가지 요소로서만 존재하는 것이라면, 다른 하나는 투입이자 산출로서 동시에 존재하는 것이다. 그리고 나서 그는 전자와 후자를 각각 플로우(flow)와 펀드(fund)로 명명한다.³¹⁾ 전자, 즉 플로우가 오직 생산과정에 오직 유입되거나 유출되기만 하는 요소라면, 후자, 즉 펀드는 생산과정에 유입되었다가 다시 유출되는 것이다. 다만 후자의 경우, 투입과 산출 사이에 형태 상의 차이는 없을지라도 질적 차이가 존재한다. 이 모델에서 펀드가 생산과정의 물질적 토대를 대표한다면, 플로우는 이 펀드의 서비스에 힘입어 진행되는 변형 과정을 대표한다. 물론 이 구분은 절대적인 것이 아니다. 동일한 대상이 생산과정에 따라 플로우로 기능하는 경우가 있는가 하면, 펀드로 기능하는 경우도 있기 때문이다.³²⁾

그는 이러한 구분을 존재가 곧 생성이라는 변증법의 기본원리에 비추어 정당화한다. 펀드가 생산과정의 과정의 물질적 토대, 즉 존재를 나타낸다면, 플로우는 이 토대의 도움으로 야기된 변화, 즉 생성을 나타낸다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 86).³³⁾ 여기서 펀드 개념은 플로우를 산출한다는 의미에서, 표준경제학의 스톡 개념과 비슷하다고 볼 수 있다. 그렇지만 펀드는 물리적 혹은 제도적 특성에서 비롯된 질적 차이나 변화를 포함하는 개념인데 반해, 후자는 오직 양적 차이만 고려한다. 그래서 표준경제학에서는 이윤 극대화나 경제적 효율성을 위해 원하는 비율만큼 스톡을 플로우로 전환할 수 있지만, 그의 플로우-펀드 모델에서는 펀드가 플

는 변수를 전제하지만, 산술형태적 관계를 이용한 방법은 실수(real numbers)처럼 이산적으로 구별되는 변수를 전제한다. 그래서 전자는 서로 구별되는 변수들이 중첩되거나 혼재하는 상황을 허용하지만, 후자는 이를 허용하기 어렵다(N. Georgescu-Roegen, 1992, pp. 136-139). 이와 관련해서 그는 산술형태적 관계를 이용한 방법을 ‘분석’(analysis)으로 부르기도 한다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 40).

31) 그는 이 펀드 개념을 고전과 경제학에서 수용했다고 주장한다. 그에 따르면, 아담 스미스는 “모든 국가의 연간 노동이 원천적으로 생활 필수품과 편의품을 공급하는 펀드”(N. Georgescu-Roegen, 1999, p. 220)로 본다. 여기서 ‘펀드’는 ‘원천’으로 이해될 수 있는데, 고전과 경제학자들은 대부분 노동이나 토지(혹은 양자 모두)를 모든 국부의 ‘원천’(original fund)으로 이해했다는 점에서(R. Scazzieri, 1999, pp. 231-232), 조지스큐-로이젠의 펀드 개념은 고전과 경제학을 계승했다고 말할 수 있다.

32) 예를 들어, 클로버 씨앗은 이 씨앗을 생산하는 과정에서 펀드로 기능하지만, (사료용) 클로버 잎이나 줄기를 생산하는 과정에서는 플로우로 기능한다(N. Georgescu-Roegen, 1976, pp. 84).

33) 펀드는 불변의 요소로서 투입 플로우를 산출 플로우로 전환시키는 기능을 담당한다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p. 64).

로우를 산출하는 비율이 물리적 혹은 제도적 특성 때문에 제한될 수 없다(J. Gowdy and S. Mesner, 1998, pp.148-149). 이런 점에서 이 모델은 경제과정을 자연과 사회에 의존하는 것으로 취급하는, 그의 생명경제학과 밀접한 상관성을 갖는 듯 보인다.

〈표 1〉 플로우와 펀드의 구분

플로우 좌표	투입 (Input)	자연에서 유입되는 것		$R(t)$
		기타 과정에서 유입되는 것	(a) 신규 투입	$I(t)$
			(b) 계속 투입	$M(t)$
	산출 (Output)	생산물		$O(t)$
		폐기물		$W(t)$
펀드 좌표	토지 (Ricardian Land)			$L(t)$
	자본			$K(t)$
	노동			$H(t)$

주: 이 표는 N. Georgescu-Roegen (1976, p.88)을 참조해서 재구성된 것임.

이러한 관점에 따라 플로우와 펀드를 구분하면, 그 결과는 〈표 1〉처럼 나타난다. 이를 시간(t)의 함수로 정의할 경우, 각각의 함수는 유입되거나 유출되는 플로우의 누적된 크기로 표현되거나 펀드에 의해 제공되는 서비스의 크기로 표현된다. 그러므로 새로운 생산함수는 범함수(functional) 형태를 보인다((식 1)). 여기서 플로우 좌표를 제거할 경우, 표준경제학처럼 산출물을 생산요소의 서비스 함수로 표현한 형태가 된다((식 2)). 그러나 이러한 방식으로는 산출물이 충분히 정의되지 않는다. 생산 요소의 서비스가 결합된 생산물만이 아니라 폐기물 또한 산출물에 속하기 때문이다(N. Georgescu-Roegen, 1976, pp.88-89).

$$O(t) = F[R(t), I(t), W(t), M(t), L(t), K(t), H(t)]$$

(1)

$$O(t) = F[L(t), K(t), H(t)]$$

(2)

그는 이러한 플로우-펀드 모델에 기초해서, 공장제도의 역사적 특성을 설명한다. 그에 따르면, 펀드는 자연환경이나 사회제도에서 자유롭지 않으며, 그래서 물리적

특성이나 제도적 특성에 따른 휴식기간(idleness) 문제를 불가피하게 안고 있다. 예를 들어, 하루에 5개씩 재화를 생산하는 노동자가 있을 경우, 한 달에 150개를 생산할 수는 있어도 쉬지 않고 150개를 생산할 수는 없다. 일정기간 노동한 노동자는 휴식을 취한 후에야 생산과정에 또 다시 투입될 수 있기 때문이다. 이러한 특징은 전통적인 농업의 경우, 계절이라는 자연적 요인까지 겹쳐 특히 강하게 나타난다. 이와 달리, 공장제도는 이러한 펀드의 휴식기간 문제를 최소화했다는 점에서, 가히 혁명적이다.³⁴⁾ 이는 역으로 농업처럼 자연적 요인에 강하게 영향을 받는 산업에서는, 공장제도의 원리가 적용될 수 없음을 시사한다. 그에 따르면, 공장제도가 펀드의 휴식기간을 최소화하는, 그래서 생산의 연속성을 확보하는 방법은 재고와 ‘과정 내 재화’(goods in process)³⁵⁾, 즉 반제품을 이용하는 방식이다. 그래서 그는 공장제도의 플로우-펀드 모델을 설명하면서, 재고와 반제품을 펀드 좌표에 추가한다(N. Georgescu-Roegen, 1976, pp.89-93).

이렇게 본다면, 그의 플로우-펀드 모델은 농업경제학과 달리 공장제도까지 설명할 수 있는, 그래서 훨씬 더 일반적인 생산이론일 수 있다. 더구나 이 모델은 자연환경이나 환경오염까지 내생변수로서 적극적으로 도입한다는 점에서, 그의 대안 경제학인 생명경제학에서 생산과정을 새롭게 설명해주는 중요한 이론적 근거로 이해될 수 있다. 이 모델을 수용할 경우, 자연환경과 자본은 표준경제학에서처럼 대체관계가 아니라 보완 관계로 이해될 수 있으며(H. E. Daly, 1999, pp.15-23), 지속가능성(sustainability) 문제 또한 생산과정에서 펀드가 지속적으로 유지될 수 있는가의 문제로 전환될 수 있다(J. Gowdy and S. Mesner, 1998, pp.149-150). 이를 통해 이 모델은 경제적 효율성에 대한 새로운 접근방법까지 제공한다. 자연환경이 단순한 외부 조건이 아니라 모델 내부의 주요 변수로 도입될 경우, 효율성은 자연환경까지 고려해서 판단될 수밖에 없기 때문이다(A. Maneschi & S. Zamagni, 1997, pp.701-703).

좀더 흥미로운 사실은, 이러한 그의 플로우-펀드 모델이 변증법과 열역학 법칙에

34) 공장제도 역시 펀드의 휴식기간 문제에서 완전히 벗어날 수는 없다. 공장을 생산하는 공장은 없으며, 그래서 공장이 건설되는 동안에는 어느 정도 펀드의 휴식시간이 불가피하다(N. Georgescu-Roegen, 1992, p.143).

35) 그는 이 ‘과정 내 재화’를 ‘과정 펀드’(process fund)라고 명명하기도 한다(N. Georgescu-Roegen, 1976, p.45).

기대어 생산과정을 재해석한 데서 비롯된다는 점이다. 이는 곧 그의 대안 경제학이 맑스주의와 다른 의미 혹은 방향에서 출발하는 것임을 시사한다. 맑스주의나 사회주의가 자본주의 사회의 분배문제를 비판하는 데 강점이 있을지 몰라도, (자본주의 사회와 마찬가지로) 환경문제나 생태계 문제라는 문제를 안고 있음을 감안한다면, 맑스주의와 다른 방향에서 대안 이론을 모색하는 그의 생명경제학 혹은 플로우-펀드 모델은 경제학의 또 다른 값진 자산일 수 있다. 어쩌면 그가 생태경제학의 선구자로 평가되는 이유는 바로 여기에 있을 것이다.

V. 평가 및 결론

이상에서 보았듯이, 조지스큐-로이젠의 독특한 견해 혹은 관점에서 열역학 법칙은 표준경제학의 한계를 넘어 좀더 일반적인 대안이론을 구축하는데 상당히 중요한 근거로 작용한다. 물론 그의 독특한 견해가 열역학 법칙을 적극적으로 도입한 이후에 비로소 나타났던 것은 아니다. 그 이전에도 농업경제학이라는 대안이론을 제시한 바 있기 때문이다. 그렇지만 이 이론은 (1930-40년대) 루마니아와 같은 특수한 사회에만 적용될 수 있는 특수이론이라는 점에서, 일반적인 대안이론 혹은 대안이론의 일반화라는 기준에는 충분히 부합되기 어렵다. 이런 점에서 그가 열역학 법칙을 적극적으로 도입한 후, 플로우-펀드 모델을 고안해내고 여기에 기초해서 생명경제학을 주창하기 시작했다는 사실은 일반적인 대안이론이라는 측면에서 상당히 중요한 의미를 지닌 듯 보인다.

이러한 측면에서 그의 플로우-펀드 모델은 특히 중요하다. 이 모델이 없다면, 그의 생명경제학은 표준경제학에 대한 비판이나 대안적인 관점에 그칠 수도 있었기 때문이다. 이는 곧 그의 생명경제학이 플로우-펀드 모델을 통해 좀더 일반적인 대안이론 혹은 대안이론의 일반화에 부합되는 지위를 확보한 것일 수도 있음을 함축한다. 더구나 이 모델은 맑스(주의)와 비슷하게 변증법에 기초하면서도 맑스(주의)와 다른 의미에서 이론적 대안을 제공했다는 점에서 시사적이다. 물론 여기에는 그의 독특한 견해나 관점이 주로 엔트로피 법칙에 기대어 존재한다는 사실이 놓여 있음을 부인하기 어렵다.

이런 의미에서 최근 자연과학에서 엔트로피 흐름의 비가역성이 약화되고 있다는 사실은 결코 간단한 문제가 아니다. 프리고진의 비평형 열역학 이론이 대표적이다.

엔트로피 법칙에 따르면 엔트로피는 저엔트로피 상태에서 고엔트로피 상태로만 흐르지만, 비평형 열역학 이론에서는 이와 정반대 흐름도 가능하다³⁶⁾ (I. Prigogine & I. Stengers, 1984). 사정이 이러하다면, 그의 생명경제학이나 플로우-펀드 모델은 엔트로피 흐름의 비가역성에 기초한다는 점에서, 그 이론적 타당성이 상당히 크게 약화되었다고 볼 수 있다. 그렇지만 적어도 아직까지는 자연과학에서도 엔트로피 법칙이 완전히 부정되지 않았다는 점에서, 조지스큐-로이젠이 이 법칙에 기대어 표준경제학을 비판하면서 플로우-펀드 모델과 생명경제학이라는 대안 이론으로 제시했던 근거나 이유를 무시하기는 어렵다.

설령 열역학 법칙에 문제가 있다고 해도, 그의 독특한 견해나 관점이 모두 부정될 수 있는 것은 아니다. 그의 플로우-펀드 모델이나 생명경제학은 경제과정이나 생산과정이 자연환경만이 아니라 사회제도나 사회관계(또는 사회규범)에도 의존한다는 독특한 관점에서 출발하는 것이기 때문이다. 물론 그의 대안 이론에서, 사회적인 측면은 자연환경과 관련된 열역학 법칙에 비해 비중이 낮다. 그렇다고 해도, 그는 사회관계나 사회제도가 경제과정이나 생산과정에 미치는 영향을 자신의 대안적인 경제이론에 명시적으로 도입하고자 노력했다는 점에서, 그의 노력은 결코 가벼이 취급될 수 있는 사안이 아니다.

물론 그의 플로우-펀드 모델이 표준경제학의 생산이론이나 생산함수를 완전히 대체할 수 있을지는 의문이다. 질적 변화나 시간적 비가역성을 인정하더라도, 경제학의 특성상 양적 평가의 필요성까지 부정할 수는 없기 때문이다. 과연 양적 평가의 필요성을 인정할 경우, 그의 플로우-펀드 모델이 여전히 유효할 수 있는가? 자연환경이나 폐기물, 혹은 오염문제를 생산함수에 도입할 필요가 있다고 해도, 양적 평가의 필요성이 부정되지 않는다면 이러한 요인들은 어떻게 평가되어야 하는가? 어쩌면 양적 평가의 필요성을 인정하는 순간, 플로우-펀드 모델이 중시하는 시간의 비가역성이나 질적 변화 문제가 해체되는 것은 아닐까? 이러한 의문에 대해, 그는 양적 평가를 무시해도 좋다고 쉽게 답할 수 있을까? 만일 아니라면, 양적 평가 방

36) 이는 기본적으로 열역학 법칙이 닫힌계를 가정하는데 반해, 비평형 열역학 이론이 열린계를 가정한다는 사실과 무관하지 않다. 이에 대해 그는 우주가 여전히 닫힌계이며, 그래서 적어도 거시적으로는 열역학 법칙이 여전히 필연적이라고 주장한다. 그래서 프리고진 비평형 열역학이 열역학 법칙을 부정하는 것은 아니라고 주장한다(N. Georgescu-Roegen, 1977b, p. 267; 1987b, p. 136).

법이 도입되면서 비가역성이나 질적 변화의 중요성이 약화될 수도 있는 가능성에 대해 그는 어떠한 대안을 갖고 있는 것일까? 이러한 의문에 대해 긍정적인 답변을 제시하기는 쉽지 않아 보인다. 만일 그렇다면 그의 생산이론은 표준 경제학의 생산 함수를 완전히 대체한다기보다는 보완한다는 측면에서 이해될 필요가 있을지도 모른다.

그렇다고 해도, 그가 표준 경제학의 한계를 비판하면서, 플로우-펀드 모델과 생명경제학이라는 새로운 일반이론을 모색했다는 사실에 담긴 이론적, 역사적 의의까지 부정될 수는 없다. 무엇보다도 그의 대안이론은 환경문제나 생태계 문제를 이해하거나 해석하는 데 아직도 여전히 중요한 이론적 근거로 기능한다고 판단되기 때문이다. 그러므로 그의 플로우-펀드 모델이나 생명경제학이 대안이론의 일반화나 일반적인 대안이론이라는 기준에는 완전히 부합되지 않는다 해도, 적어도 그가 환경문제나 생태계 문제의 심각성을 경제이론 차원에서 고민하면서 대안을 모색하고자 노력했다는 측면만큼은 충분히 존중받아 마땅하다고 볼 수 있을 것이다.

■ 참 고 문 헌

1. 이상호, “조지스큐-로이젠의 생태경제학과 시장 비판,” 『경제학의 역사와 사상』, 제5호, 2002, pp. 87-120.
2. Beard, T.R. & Lozard, G.A., *Economics, Entropy and the Environment: The Extraordinary Economics of Nicholas Georgescu-Roegen*, Edward Elgar, Cheltenham, 1999.
3. Boulding, K. E., “The Economics of the Coming Spaceship Earth”; in H. E. Daly & K. N. Townsend (ed.), *Valuing the Earth, Ethics*, The MIT Press, Cambridge, 1993.
4. Daly, H. E., “The Economics of the Steady State,” *American Economic Review*, Vol. 64, No. 2, 1974, pp. 15-21.
5. _____, “Georgescu-Roegen Versus Solow/Stiglitz,” *Ecological Economics*, Vol. 22, 1997, pp. 271-273.
6. _____, “How Long Can Neoclassical Economists Ignore the Contributions of Georgescu-Roegen?”; in K. Mayumi & J. M. Gowdy (eds.), *Bioeconomics and*

Sustainability, Edward Elgar, Cheltenham, 1999.

7. Georgescu-Roegen, N., *Analytical Economics*, Harvard Univ. 1966.
8. _____, *Energy and Economic Myths*, Pergamon Press, New York, 1976
9. _____, "Inequality, Limits and Growth from a Bioeconomic Viewpoint," *Review of Social Econmy*, Vol. XXXV, No. 3, 1977a, pp.361-375.
10. _____, "The Steady State and Ecological Salvation: A Thermodynamic Analysys," *Bioscience*, Vol. 27, No. 4, 1977b, pp.266-270.
11. _____, "Man and Production"; in M. Baranzini & R. Scazzieri(ed.), *Foundations of Economics*, Basil Blackwell, Oxford/New York, 1986.
12. _____, *The Entropy Law and The Economic Process in Retrospekt*, Schriftenreihe des IÖW 5/1987, Berlin, 1987a.
13. _____, "Entropy"; in J. Eatwell, M. Milgate & P. Newman(ed.), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, Macmillan, London, 1987b.
14. _____, "The Interplay Between Institutional and Material Factors: The Problem and its Status"; in J.A. Kregel, E. Matzner & A. Roncaglia(ed.), *Barriers to Full Employment*, St. Martin Press, New York, 1988a.
15. _____, "Closing Remarks: About Economic Growth-a Variation on a Theme by David Hilbert," *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 36, No. 3, Supplement, 1988b, pp.S291-S307.
16. _____, "Nicholas Georgescu-Roegen About Himself"; in M. Szenberg(ed.), *Eminent Economists: Their Life Philosophies*, Cambridge Univ. 1992.
17. _____, "Selections from 'Energy and Economic Myths'"; in H.E. Daly & K.N. Townsend(ed.), *Valuing the Earth, Ethics*, The MIT Press, Cambridge, 1993.
18. _____, *The Entrophy Law and the Economic Process*, Havard Univ., Cambridge & london, 1999.
19. _____, "Nicholas Georgescu-Roegen(1906-1994)"; in P. Aretis & M. Sawyer(eds.), *A Biographical Dictionary of Dissenting Economists*, 2nd ed. Edward Elgar, Cheltenham, 2000.
20. Gowdy, J. and Mesner, S., "The Evolution of Georgescu-Roegen's Bioeconomics," *Review of Social Economy*, Vol. LVI, No. 2, 1998, pp.136-157.
21. Maneschi, A. & Zamagni, S., "Nicholas Georgescu-Roegen, 1906-1994," *The Economic Journal*, Vol. 108, 1997, pp.695-707.
22. _____, "Nicholas Georgescu-Roegen and the Filiation of Economic Ideas," Working Paper No. 00-W18, Department of Economics, Vanderbilt Univ.2000.
23. Mayumi, K. & Gowdy, J.M., "Introduction: theory and reality-the life, work and thought of Nicholas Georgescu-Roegen"; in K. Mayumi & J.M. Gowdy(eds.), *Bioeconomics and Sustainability*, Edward Elgar, Cheltenham, 1999.
24. Miernyk, W.H., "Economic Growth Theory and Georgescu-Roegen Paradigm"; in K. Mayumi & J.M. Gowdy(eds.), *Bioeconomics and Sustainability*, Edward Elgar, Cheltenham, 1999.

25. Mirowski, P., *More Heat than Light*, Cambridge Univ. 1989.
26. Morroni, M., "Production and Time: a Flow-Fund Analysis"; in K. Mayumi & J.M. Gowdy(eds.), *Bioeconomics and Sustainability*, Edward Elgar, Cheltenham, 1999.
27. Prigogine, I. & Stengers, I., *Order out of Chaos*, Bantam Books, New York/Toronto, 1984.
28. Scazzieri, R., "A theory of Resilent Flow-Fund Linkages"; in K. Mayumi & J.M. Gowdy(eds.), *Bioeconomics and Sustainability*, Edward Elgar, Cheltenham, 1999.
29. Seifert, E., "Georgescu-Roegen, Nicholas"; in G.M. Hodgson, W.J. Samuels and M.R. Tool(eds.), *The Elgar Companion to Institutional and Evolutionary Economics*, Vol. 1, Edward Elgar, Aldershot, 1994, pp.277-283.
30. Solow, R., "The Economics of Resources or the Resources of Economics," *American Economic Review*, Vol. 64, No. 2, 1974, pp.1-14.
31. Vivien, F.-D., "From Agrarianism to Entrophy: Georgescu-Roegen's Bioeconomics from Malthusian Viewpoint"; in K. Mayumi & J.M. Gowdy(eds.), *Bioeconomics and Sustainability*, Edward Elgar, Cheltenham, 1999.

N. Georgescu-Roegen's Bioeconomics and Flow-Fund Model

Sang Ho, Lee*

Abstract

This essay studies on the status of flow-fund model in the N. Georgescu-Roegen's bioeconomics. Principally based upon thermodynamics and dilectics, he criticized standard economics and presented bioeconomics as a alternative theory. In this process, his flow-fund model supplied theoretical apparatus for his bioeconomics that would have only been a critique or new viewpoint against standard economics without this model. That is, his bioeconomics could obtain the position as a general alternative theory by using flow-fund model. In addition, by using this model, he could obtain the ecological economics(bioeconomics), with completely differed from the standard economics and Marxist economics.

Key Words: bioeconomics, flow-fund model, standard economics

* HK Research Professor, Institute of Korean Culture, Korea University