

코로나19 확산이 거시경제에 미치는 영향 분석

최봉석* 박호정**

요 약

본 연구는 코로나19 확산에 대응한 최적 방역정책이 국내 거시경제에 미치는 동태적 효과를 분석하였다. 백신, 치료제, 사회적 거리두기의 다양한 조치가 취해지는 상황에서 감염병 예방노력의 도덕적 해이를 결합한 거시-역학 모형을 제시하였다. Eichenbaum, Rebelo and Trabandt(2020)의 거시-역학 모형에 도덕적 해이 상황을 추가하였으며, 확산모형을 이용하여 국내의 코로나19 감염율을 추정하였다. 사회적 후생을 극대화하는 램지 문제의 동태적 분석결과는 사람들의 일상 중 사회적 거리두기 준수가 정부의 방역정책과 치료제, 백신 도입이 효과를 발휘하는 데 매우 중요한 역할을 한다는 점을 시사한다. 도덕적 해이가 있는 경우의 최적 방역정책은 2배 더 강화되어야 하며, 총소비는 7% 하락하고, 회복하는데 저점부터 12주가 소요된다. 백신과 치료제 개발에 성공하는 데 평균 13주 소요되는 경우에 총소비는 2% 하락하는 것으로 도출되었다.

* 국민대학교 국제통상학과 조교수, email: bchoi4@kookmin.ac.kr

** 고려대학교 식품자원경제학과 교수, email: hjeongpark@korea.ac.kr

I. 서 론

코로나19 확산이라는 보건·경제 위기는 가게, 기업, 정부 등의 경제주체들의 행태에 영향을 미친다. 우선 가게는 경제 및 소비 활동 제약으로 소득이 감소하므로 소비도 줄인다. 불확설에 대비한 가게의 예비적 저축 유인은 증대되나 총소득 감소로 소득 불균형 문제는 악화될 수밖에 없다. 기업 역시 감염 우려, 자가격리 등으로 인한 생산 차질을 겪으면서 노동의존도는 줄이고 생산라인의 자동화를 확대할 유인이 커진다. 결국, 코로나19 위기 대응 과정에서 정부의 방역 정책 및 사회안전망 역할은 매우 중요해진다.

코로나19 확산 위기가 국가 거시경제에 미치는 영향을 살펴보기 위해서는 외생적 충격이 GDP, 물가상승률, 이자율, 실업률과 같은 거시경제 변수의 관계에 미치는 영향을 살펴봐야 한다. 하지만 전염병 유행이라는 재난적 상황은 이례적 사건에 가까우므로 일반적 통계 성질을 가정한 거시경제 모형으로 이러한 관계를 설명하는 데는 한계가 있다.

본 연구는 Eichenbaum, Rebelo and Trabandt(2020, 이하 ERT)의 거시-역학 모형을 확장하여 코로나19 확산에 대응한 최적 방역정책이 국내 거시경제에 미치는 동태적 효과를 분석하였다. ERT(2020) 모형은 Kermack and McKendrick (1927)의 고전 역학(SIR) 모형을 거시경제 모형으로 확장한 것으로 사람들은 쇼핑, 근로, 그 외 일상 경로에서 감염될 수 있다. 현실에서 정부는 쇼핑이나 근무 상황에서 대면접촉 정도를 줄이는 방역지침을 제시하고 모니터링이 가능하나 그 외 일상에서 사람들의 방역지침 준수를 파악하기는 쉽지 않다. 본 연구는 ERT(2020)의 기본 모형에 감염 가능 그룹의 일상 중 감염 노출 정도가 개별 건강상태에 따라 달라지는 도덕적 해이 상황을 반영하였다.

사회적 후생을 극대화하는 램지 문제의 동태적 분석결과는 사람들의 일상 중 사회적 거리두기 준수가 정부의 방역정책과 치료제, 백신 도입이 효과를 발휘하는 데 매우 중요한 역할을 한다는 점을 시사한다. 도덕적 해이가 있는 경우의 최적 방역정책은 2

배 더 강화되어야 하며, 총소비는 7% 하락하고, 회복하는데 저점부터 12주가 소요된다. 백신과 치료제 개발에 성공하는 데 평균 13주 소요되는 경우에 총소비는 2% 하락하는 것으로 도출되었다.

2020년 1월 코로나19 확산이 세계 경제에 영향을 미치면서 수많은 연구들이 역학 모형 주제를 다루었다. Atkeson(2020)은 기본 SIR 모형 이론이 코로나19 확산의 경제 분석에 시사하는 바를 논의하였다. Alvarez, Argente and Leppi(2020)은 사망률이 감염률에 비례하는 가정 아래 고전 SIR 모형을 확장하여 최적 격리(lock-down) 정책 효과를 분석하였다. Jones, Philippon and Venkateswaran(2020)은 경제주체가 동태적으로 상호작용하며 경제활동을 하는 환경에서 최적 이주(migration) 정책 분석을 시도하였으며 ERT(2020)는 경제주체가 쇼핑, 근로, 일상 중에 대면 접촉하며 감염되는 상황이 설정되도록 고전 SIR 모형을 확장한 후 최적 램지 문제를 풀었다. Kozlowski, Veldkamp and Venkateswaran(2020)은 코로나19 확산에 따른 극단적 사건 빈도를 비모수적 접근법을 이용하여 경제주체가 재난 상황을 겪고 학습하는 과정에 의해 경제충격이 장기 지속되는 과정을 분석하였다. 본 연구는 ERT(2020)을 더 확장하여 감염 가능한 그룹의 도덕적 해이 상황을 고려한 후 한국 사례를 적용하여 최적 램지문제를 분석한다. 한국의 코로나19 확산 상황을 살펴본 최근 연구로는 Park and Kim(2020)이 있다.

II. 모형 경제

본 장에서는 ERT(2020)가 고전 역학모형(Kermack and McKendrick, 1927)을 거시경제 모형으로 확장한 SIR-Macro 모형을 소개한다.

2.1 SIR-Macro 기본 모형

전염병이 유행하기 이전의 경제는 다음과 같다. 모형경제는 다수의 동일한 대표 가계 또는 경제주체들로 이루어져 있으며 이들은 사전적으로 무한기간을 산다고 가정한다. 코로나19 확산에 앞서 대표 가계는 다음과 같은 목적함수를 극대화한다.

$$U = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, n_t) \quad (2.1)$$

여기서 $\beta \in (0, 1)$ 는 할인인자이며, c_t 와 n_t 는 각각 소비와 노동시간이다. 계산의 편의상 대표 가계의 효용함수는 다음과 같이 가정한다.

$$u(c_t, n_t) = \ln c_t - \frac{\theta}{2} n_t^2$$

대표 가계의 예산제약식은 다음과 같다.

$$(1 + \mu_t)c_t = w_t n_t + \Gamma_t \quad (2.2)$$

여기서 w_t 는 실질임금, μ_t 는 소비세율, Γ_t 는 정부의 일괄이전지출(lump-sum transfers)을 의미한다. μ_t 는 정부의 방역정책의 대리변수로도 해석할 수 있는데, 사람들의 쇼핑 중의 사회적 거리두기를 강화하여 감염을 차단하는 정책의 정도로 볼 수 있다. 대표 가계의 일계 조건은 $(1 + \mu_t)\theta n_t = c_t^{-1}w_t$ 이고 연속적인 대표 가계의 합은 1로 정규화할 수 있다.

모형 경제의 생산기술은 총 생산량 Y_t 이 총 노동시간 N_t 에 선형형태로 표현되는 $Y_t = AN_t$ 라 가정하면, 균형조건인 $n_t = N_t$ 와 $c_t = C_t$ 가 성립하고 총 소비 $C_t = AN_t$ 이다. 정부의 예산제약식은 $\mu_t c_t = \Gamma_t$ 이다.

2.2 동태적 SIR 과정

Kermack and McKendrick(1927)의 고전 역학모형은 구획모형(compartment model)이다. RT(2020)는 코로나19의 확산경로를 쇼핑 중, 근로시간 중, 그 외 일상 중으로 구분하고 사람들이 세 가지 경로 중에 내리는 의사결정이 감염률에 영향을 미친다고 가정한다. 코로나19 유행이 확산되면 총 인구는 감염가능한 그룹(susceptible: S), 감염된 그룹(infected: I), 회복된 그룹(recovered: R), 사망한 그룹(deceased: D) 4가지 그룹으로 나뉜다. 그룹 S에서 새로 감염되어 그룹 I로 이동하는 그룹은 T(transferred)라고 지칭한다. 그룹 S에 속한 사람들은 세 가지 경로에 의해 감염되는데, 우선 쇼핑과 근로시간 중 감염률은 해당 시간 중 감염자와 대면접촉률에 비례한다. 따라서 쇼핑 중에 새로 감염되는 수는 $\pi_1(S_t C_t^S)(I_t C_t^I)$, 근로시간 중에 새로 감염되는 수는 $\pi_2(S_t N_t^S)(I_t N_t^I)$ 로 표현된다. $(S_t C_t^S)$, $(I_t C_t^I)$, $(S_t N_t^S)$, $(I_t N_t^I)$ 는 그룹 S나 그룹 I에 속한 사람들의 쇼핑시간 또는 근로시간을 의미하므로 각 상호작용항은 두 그룹의 사람들의 대면접촉률을 나타낸다. 그 외의 일상적 상황의 새 감염자 수는 $\pi_3(S_t I_t)$ 로 표현된다.¹⁾ π_1 , π_2 , π_3 는 각 상황에 1인 대면접촉 시의 감염률을 의미한다.

1) 일상 시의 감염의 예로 도서관과 같은 공공시설이나 종교시설, 병원시설에서 전이되는 사례를 들 수 있다. 쇼핑이나 근로시간과 달리 정부의 방역지침 이행 감독과 법적 제제가 쉽지 않으므로 일상 중에 발생하는 감염률은 다른 상황의 감염률보다 크다.

다. 종합하여 새로 유입되는 총 감염자 수는 다음과 같이 정의된다.

$$T_t = \pi_1 (S_t C_t^S)(I_t C_t^I) + \pi_2 (S_t N_t^S)(I_t N_t^I) + \pi_3 (S_t I_t) \quad (2.3)$$

고전 역학 모형(1927)은 π_1 과 π_2 가 0이고 일상 중 감염되는 특별한 경우에 해당한다. SIR 모형의 동태적 과정은 다음 식으로 표현된다.

$$S_{t+1} = S_t - T_t \quad (2.4)$$

$$I_{t+1} = I_t + T_t - (\pi_r + \pi_d)I_t \quad (2.5)$$

$$R_{t+1} = R_t + \pi_r I_t \quad (2.6)$$

$$D_{t+1} = D_t + \pi_d I_t \quad (2.7)$$

$$\text{총인구수}_{t+1} = \text{총인구수}_t - \pi_d I_t \quad (2.8)$$

여기서, π_r 과 π_d 은 각각 치료율과 사망률을 의미하며, 처음 0기의 총인구수는 1로 가정한다. 감염된 자들 중 치료된 자들은 항체가 생겨서 재감염되지 않는다고 가정하고 감염가능한 그룹에서 제외된다. 사망한 자들은 총인구수에서 제외된다.

2.3 경쟁균형

경쟁균형의 해를 얻기 위해 우선 그룹 $j = \{s, i, r\}$ 별 가계주체의 효용극대화 문제의 해를 도출한다. 논의에 앞서 각 그룹별 가계주체의 예산제약식은 (2.2')와 같이 재정의한다.

$$(1 + \mu_t)c_t^j = w_t \phi^j n_t^j + I_t \quad (2.2')$$

그룹별 생산성 차이를 반영하기 위해 감염 가능한 그룹과 치료된 그룹의 생산성은

$\phi^s = \phi^r = 1$ 로 가정하는 반면 감염된 그룹의 생산성은 $\phi^i < 1$ 로 가정하여 코로나19에 의한 노동자의 생산성 저하를 설정한다. 이제 각 그룹별 경제주체의 효용극대화 문제의 해를 도출한다.

① 감염 가능 그룹 (S)

t 기의 감염률 τ_t 의 제약 (2.10)과 예산제약 (2.2')가 주어진 아래 감염 가능 그룹 S 에 속한 가계는 자신의 평생 효용함수 (2.9)를 극대화한다.

$$U_t^s = u(c_t^s, n_t^s) + \beta[(1 - \tau_t)U_{t+1}^s + \tau_t U_{t+1}^i] \quad (2.9)$$

$$\tau_t = \pi_1(c_t^s)(L_t C_t^I) + \pi_2(n_t^s)(L_t N_t^I) + \pi_3(I_t) \quad (2.10)$$

c_t^s, n_t^s, τ_t 에 관한 일계 조건은 아래와 같이 도출된다. λ_{bt}^s 와 $\lambda_{\pi t}$ 는 예산제약식과 전이율 제약의 라그랑지 승수에 해당한다.

$$u_1(c_t^s, n_t^s) - (1 + \mu_t)\lambda_{bt}^s + \lambda_{\pi t}\pi_1(L_t C_t^I) = 0$$

$$u_2(c_t^s, n_t^s) + w_t\lambda_{bt}^s + \lambda_{\pi t}\pi_2(L_t N_t^I) = 0$$

$$\beta(U_{t+1}^i - U_{t+1}^s) - \lambda_{\pi t} = 0$$

② 감염 그룹 (I)

t 기의 예산제약 (2.2')가 주어진 아래 감염 그룹 I 에 속한 가계는 자신의 평생 효용함수 (2.11)을 극대화한다.

$$U_t^i = u(c_t^i, n_t^i) + \beta[(1 - \pi_r - \pi_d)U_{t+1}^i + \pi_r U_{t+1}^r] \quad (2.11)$$

c_t^s, n_t^s, τ_t 에 관한 일계 조건은 아래와 같이 도출된다. λ_{bt}^i 는 예산제약식의 라그랑지 승수에 해당한다.

$$u_1(c_t^i, n_t^i) = (1 + \mu_t)\lambda_{bt}^i$$

$$u_2(c_t^i, n_t^i) = -\phi^i w_t \lambda_{bt}^s$$

③ 치료된 그룹(R)

t기의 예산제약 (2.2')가 주어진 아래 치료된 그룹 R 에 속한 가계는 자신의 평생 효용함수 (2.12)를 극대화한다.

$$U_t^r = u(c_t^r, n_t^r) + \beta U_{t+1}^r \quad (2.12)$$

c_t^s, n_t^s, τ_t 에 관한 일계 조건은 아래와 같이 도출된다. λ_{bt}^r 는 예산제약식의 라그랑지 승수에 해당한다.

$$u_1(c_t^r, n_t^r) = (1 + \mu_t)\lambda_{bt}^r$$

$$u_2(c_t^r, n_t^r) = -w_t \lambda_{bt}^r$$

④ 경쟁균형

정부의 예산제약식은 (2.13)과 같다. 그룹별 세수를 일괄이전지출로 돌려주므로 조세정책에 따른 소득효과는 발생하지 않는다.

$$\mu_t(S_t c_t^s + I_t c_t^i + R_t c_t^r) = \Gamma_t(S_t + I_t + R_t) \quad (2.13)$$

경쟁균형에서 각 그룹의 대표 가계는 자신의 효용을 극대화하고 정부의 예산제약이 성립하며, 재화시장과 노동시장은 (2.14)와 (2.15)와 같이 균형을 이룬다.

$$S_t C_t^s + I_t C_t^i + R_t C_t^r = A N_t \quad (2.14)$$

$$S_t N_t^s + I_t N_t^i \phi^i + R_t N_t^r = N_t \quad (2.15)$$

2.4. 확장된 모형

① 일상 중에 도덕적 해이 상황

감염 가능 그룹에 속한 경제 주체 중에 건강상태가 양호한 자는 감염상황에 노출되더라도 코로나19에 걸릴 확률이 작으므로 일상적 상황에서 더 부주의할 수 있다. 결과적으로 감염 가능 그룹에서 건강상태가 양호한 자들이 더 쉽게 감염될수록 감염 가능 그룹에서 감염 그룹으로 이동하는 건강상태의 임계치도 상승하며 감염률을 증가한다. 감염 가능한 자의 건강상태를 x_t 로 정의하고 매기 x_t 는 로그-정규분포 (2.16)을 따른다고 가정한다.

$$\ln x_t^j \sim N(0, \sigma_x^2) \quad (2.16)$$

도덕적 해이한 상황에 있는 감염 가능한 자가 감염되는 확률은 $\gamma_t = \Pr(x_t \leq \tilde{x}_t) = F(\tilde{x}_t)$ 로 정의하면 매기 자신의 건강상태 x_t 가 특정임계치 \tilde{x}_t 보다 작으면 감염되는 경우를 설정할 수 있다. 이 경제주체의 효용함수는 (2.17)과 같다.²⁾

2) 계산 편의를 위해 감독기관에 의해 도덕적 해이 상황이 걸려서 부과되는 벌금은 0이라고 가정한다. 현실에서도 쇼핑과 근로 외의 일상에서 감독기관이 개개인을 감독하고

$$U_t^{s'} = u(c_t^s, n_t^s) + \beta[(1 - \gamma_t)U_{t+1}^s + \gamma_t U_{t+1}^i] \quad (2.17)$$

매기 감염 가능한 자가 도덕적 해이할 때 얻는 효용이 본래의 효용보다 크면 ($U_t^s < U_t^{s'}$) 일상 감염에 더 노출된다. 임계치 \bar{x}_t 는 매기 τ_t 와 γ_t 가 동일시되는 정도에서 정해진다. 결과적으로 일상 속에서 대면접촉을 통한 감염률 π_3 는 상수가 아니라 γ_t 이며, t기의 평균 감염률 제약 (2.13)은 다음과 같이 수정된다.

$$\tau_t = \pi_1(c_t^S)(I_t C_t^I) + \pi_2(n_t^S)(I_t N_t^I) + \gamma_t(I_t) \quad (2.18)$$

이 식에는 감염 가능한 자가 자신의 세 가지 경로의 평균 감염률을 근거로 도덕적 해이 결정을 내린다는 상황이 고려된다. 정부는 개개인의 건강상태를 알 수 없으므로 어떤 자가 감염에 더 쉽게 노출되는 가를 파악하는 데 한계가 있다.³⁾ 따라서 최적의 방역 정책을 수립하기 위해 정부는 이러한 도덕적 해이 상황도 고려하여 예상 감염률을 예측해야 한다는 시사점을 제시한다.

② 치료제와 백신 개발 상황

코로나19 확산이 경제에 미치는 영향은 완전한 백신과 치료제의 개발이 성공하는 기대율에 영향을 받는다. 매기 실제 감염된 자가 보건 당국에 의해 적절한 시기에 파악될 확률을 δ_c 라고 가정한다. 일단 감염 여부가 확인되어 적절한 치료가 이루어지면 다음 기에 치료된 그룹 R로 이동할 수 있다. 편의상 δ_c 를 완전한 치료제 개발에 성공한 확률로 정의한다면 그 역수는 완전한 치료제가 개발되는 데까지 걸리는 시간을 의미한다. 감염 그룹의 경제 주체의 효용함수는 (2.19)와 같다.

지침을 불이행 시 법적 제재를 가하는 것은 매우 어렵다.

3) 현실에서 아동, 65세 이상의 노령인구, 기저질환이 있는 환자들을 고위험군으로 분류하는 사례도 있다.

$$U_t^i = u(c_t^i, n_t^i) + (1 - \delta_c)[(1 - \pi_r - \pi_d)\beta U_{t+1}^i + \pi_r\beta U_{t+1}^r] + \beta\delta_c U_{t+1}^r \quad (2.19)$$

치료제 개발 성공의 경우와 마찬가지로 매기 감염 가능한 자가 백신을 맞는다면 감염에서 예방되어 다음 기에 바로 치료된 그룹 R로 이동할 수 있다. δ_v 를 완전한 감염 백신 개발에 성공한 확률로 정의한다면 그 역수는 완전한 백신이 개발되는 데까지 걸리는 시간을 의미한다. 감염 가능 그룹의 경제 주체의 효용함수는 (2.20)과 같다.

$$U_t^s = u(c_t^s, n_t^s) + (1 - \delta_v)[(1 - \tau_t)\beta U_{t+1}^s + \tau_t\beta U_{t+1}^i] + \delta_v\beta U_{t+1}^r \quad (2.20)$$

③ 병상 부족으로 사망률이 증가

일상 중에 도덕적 해이 상황이나 역학 조사 실패로 감염자 수가 급등한다면 병상 부족으로 사망률이 증가할 수 있다. 이 극단적 상황을 반영하기 위해 다음과 같이 사망률이 매기 감염자수에 비례한다고 가정한다⁴⁾.

$$\pi_{dt} = \pi_d + \kappa I_t^2, \quad \kappa > 0 \quad (2.21)$$

2.5. 간단한 램지 문제

경쟁균형에서 개별 주체는 감염이나 도덕적 해이에 발생하는 외부효과를 내재화하지 않으므로 그 해는 파레토 최적(Pareto optimal)이 아니다. 본 고에서는 외부성을 고려하는 간단한 램지(Ramsey) 문제를 고려한다. 첫 기 $R_0 = D_0 = 0$ 라고 가정하고

4) ERT(2020)는 κ 값을 0.9로 설정하여 감염자 1% 중 사망률이 κ 값이 0일 때보다 두배 높은 경우를 분석하였다. 본 고에서도 유사한 상황을 설정하여 분석한다.

사회적 후생(social welfare)은 $U_0 = S_0 U_0^s + I_0 U_0^i$ 가 된다. 이 사회적 후생을 극대화 하는 방역정책 수준 $\{\mu_t\}_{t=0}^T$ 을 계산한다. 도출된 방역정책 수준 아래 경쟁균형의 해와 새로운 사회적 후생을 계산한다. 이러한 과정을 최적의 해를 도출할 때까지 시뮬레이션을 반복하여 시행한다.

III. 모형 시뮬레이션

3.1 모수 설정

본 절에서는 모형에서 사용된 모수 값을 설정하는 문제를 다룬다. 모형의 모수 값은 대체로 ERT(2020)을 따라 설정하되, 국가 경제와 코로나19 확산 상황을 나타내는 모수는 국내 자료를 기초하여 설정한다.

매 기간의 단위는 한 주(week)이므로 할인율 β 는 $0.96^{1/52}$ 로 정하였다. 국내 주당 근로소득은 \$32,000/52로 정하고 주당 근로시간은 40시간으로 설정하였다.⁵⁾

코로나19 확진자 통계는 질병관리본부의 공식 데이터를 이용하였다. 2020년 11월 18일까지의 확진자 대비 사망자 기준으로 사망률 π_d 는 1.69%인 것으로 나타났다. 감염된 이후 사망하거나 회복하는 데 평균 18일이 소요되므로(Atkeson, 2020), 1.69%의 사망률 π_d 는 0.0066을 의미한다. $\pi_d + \pi_r = 7/18$ 가 성립하므로 주당 평균 회복 또는 완치율 π_r 은 0.3823이다.

세 가지 감염 경로의 대면접촉 감염률 π_1 는 2018년 기준 미국의 1인당 소비지출 24,489달러와 한국의 16,202천원을 비교하여 $4.48e-08$ 을 구하였으며, 직장 내 감염인 π_2 는 미국 근로시간 대비 한국 근로시간으로 평가하여 ERT(2020)의 수치를 보정하여 $1.48e-04$ 를 구하였다. 아울러 π_3 는 다음 [그림 1]에서의 한국 확진자 추세를 로지스

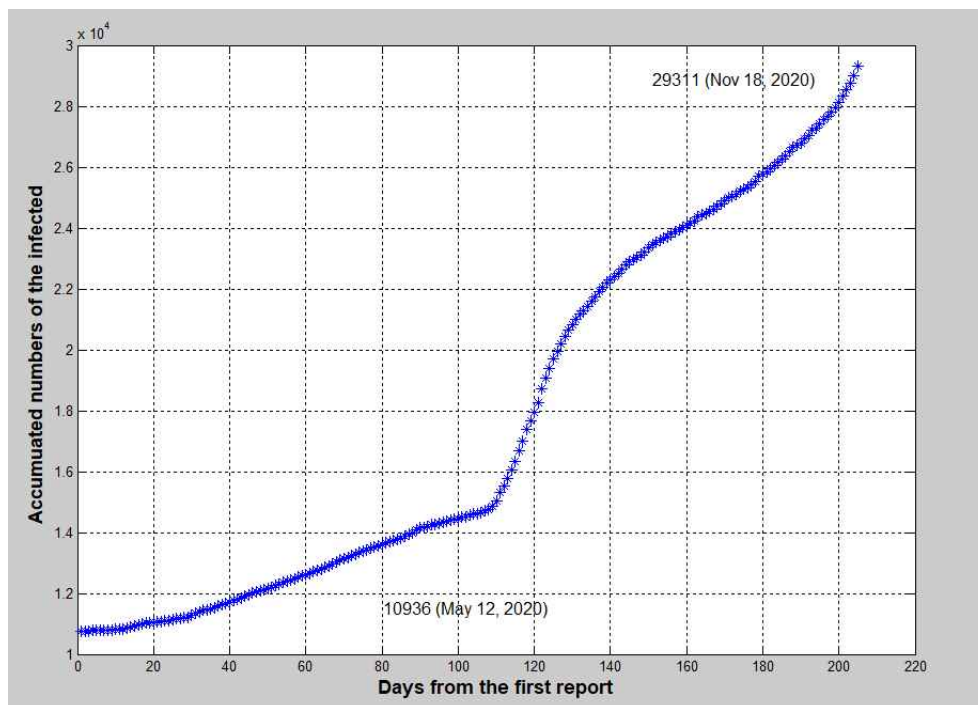
5) <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=KR>

틱 역학모형으로 추정하여 0.0394를 구할 수 있었다.

감염 그룹(I)의 노동 생산성 ϕ^i 는 ERT(2020)와 마찬가지로 0.8로 정하였다. 즉 감염자 그룹에 속한 자의 노동생산성은 다른 그룹에 속한 자의 노동생산성의 80% 수준이다. 도덕적 해이 상황을 반영하기 위해 도입한 감염 가능한 그룹의 건강상태의 분포 함수 통계량은 σ_x 는 Park and Choi(2015)에서 노동자의 이질적 충격 분포 통계량으로 사용된 값 0.13을 적용한다.⁶⁾

벤치마크 사례의 치료제와 백신 개발 성공률 δ_c 와 δ_v 는 둘다 0이고 시나리오 분석에서 1/52, 2/52, 3/52, 4/52로 다양한 값을 적용한다.

[그림 1] 국내 코로나19 확진자 수 추세



6) Park and Choi(2015)의 해당 모수 설정은 Walsh(2005)가 job separation 충격으로 고려한 정보에 근거한다.

3.2 시뮬레이션 결과

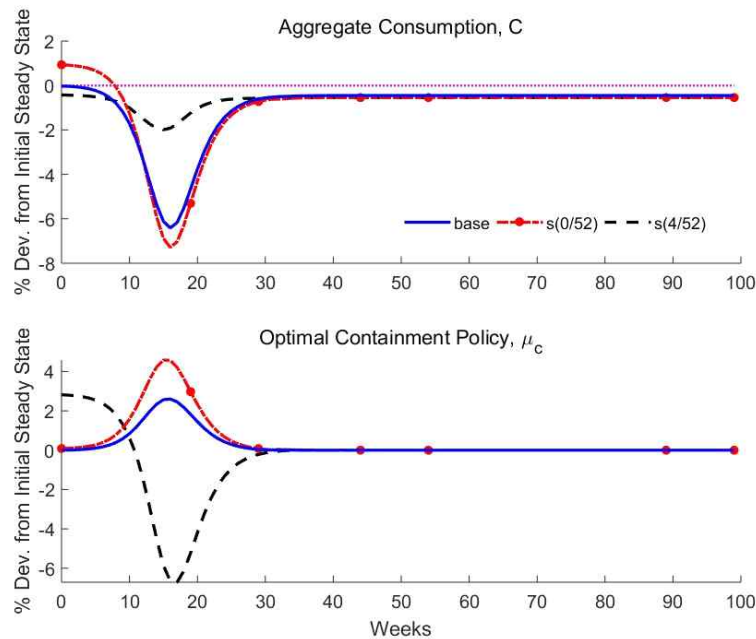
본 절에서는 다음 시나리오 상황의 정부의 최적 방역 정책 결과를 비교분석 한다. 시나리오 b는 ERT(2020)의 도덕적 해이 상황을 고려하지 않은 최적 정책을 도출한 기본 결과에 해당하며 시나리오 s는 ERT(2020) 모형에 도덕적 해이 상황을 반영한 최적 정책을 도출한 결과이다. 이 시나리오 분석에서는 δ_c 와 δ_v 값에 따라 치료제와 백신 개발 성공률이 달라지는 시나리오를 고려한다. 시나리오 d는 도덕적 해이 상황을 고려하나 일상 중 방역지침이 이행되는 데 실패하여 사망률이 2배로 증가한 상황을 설정한다. 시나리오들은 다음과 같이 요약된다.

- ① base: ERT(2020)의 기본 결과
- ② s(0/52): 도덕적 해이 상황을 고려
- ③ s(2/52): 도덕적 해이 상황을 고려하고 치료제와 백신 개발에 성공하는 데 26주 소요 ($\delta_c = \delta_v = 2/52$)
- ④ s(4/52): 도덕적 해이 상황을 고려하고 치료제와 백신 개발에 성공하는 데 13주 소요 ($\delta_c = \delta_v = 4/52$)
- ⑤ d: 도덕적 해이 상황을 고려하고 사망률이 2배 증가 ($\kappa = 0.9$)

[그림 2]는 시나리오 b와 s(0/52), s(4/52)의 총소비(aggregate consumption, C)와 최적 방역정책(optimal containment policy, μ_c)을 비교하여 제시한다. ERT(2010)의 기본 모형의 최적 방역 정책 경로(base)에 의해 총 소비는 정상상태(steady state)부터 6% 하락한다. 최적 방역정책 μ_c 는 정상수준보다 2.5% 크게 도출되었으며 코로나19 확산에 의한 총소비 하락을 막아낸다. 도덕적 해이를 고려한 상황의 μ_c 는 정상수준보다 4.5% 크게 도출되었다. base 상황보다 2배 가까이 방역정책 강도를 높이거나 총소비는 7%까지 하락한다. 총소비가 회복하는데 저점부터 12주 소요된다. 치료제와 백신 개발에 성공하기까지 13주가 소요될 것으로 예상되는 상황에서 총소비 하락 폭은 크게 감소한다. 총소비는 정상상태부터 2%하락하는 데 그치며 정부는 백신과 치료제를 공급할 수 있는 여유가 있으므로 감염병 확산 초기에 선제적으로

강한 방역정책을 이행한다. 백신과 치료제 공급이 가능한 시점부터 방역정책은 소비를 규제가 아닌 장려하는 정책으로 전환하여 코로나19 확산으로 침체된 경기를 부양한다. 즉, 백신과 치료제의 개발이 성공하는 경우 초기에 방역정책을 선제 강화하고 이후 오히려 소비 촉진 정책을 추진한다.

[그림 2] 총 소비와 최적 방역정책 비교

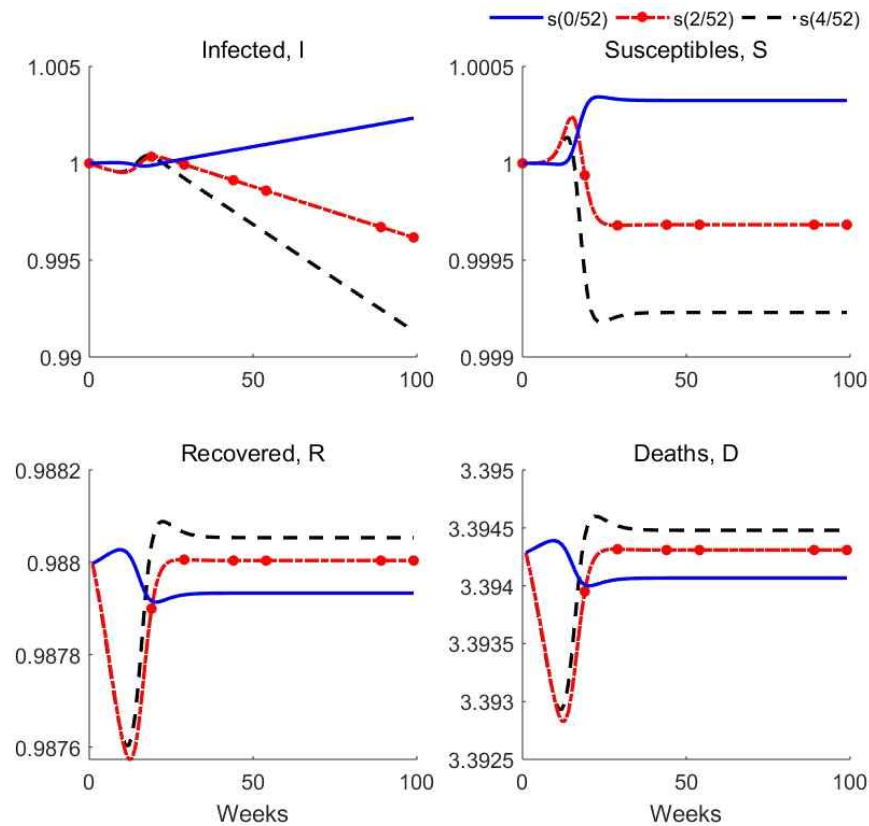


[그림 3]은 그룹 I, S, R, D의 인구, 즉 그룹에 속한 경제주체 수의 동태적 변화를 제시한다. 변화 폭이 크지 않으므로 base 시나리오 대비 상대적 인구 비율로 표현하였다.⁷⁾ 백신과 치료제 개발의 성공률에 따라 그룹별 인구의 동태적 과정을 비교하기 위해 $s(0/52)$, $s(2/52)$, $s(4/52)$ 를 살펴보았다. 도덕적 해이를 고려한 $s(0/52)$ 시나리오에서는 base 시나리오보다 방역정책은 강화하여 감염가능 인구는 더 큰 수준을 유지하나 감염인구는 더 증가한다. 완치되는 인구도 상대적으로 적은 수준을 유지하며

7) 최적 정책의 해에서 인구, 노동시간 변화가 그룹 별로 크지 않으나 [그림 1]에서 알 수 있듯이 총 경제에 미치는 영향은 적지 않다. 이와 같은 모형의 특징은 ERT(2020)에서도 확인할 수 있다.

사망 인구수는 3.4배 가까이 늘어난다.

[그림 3] 그룹별 인구 상대 비교

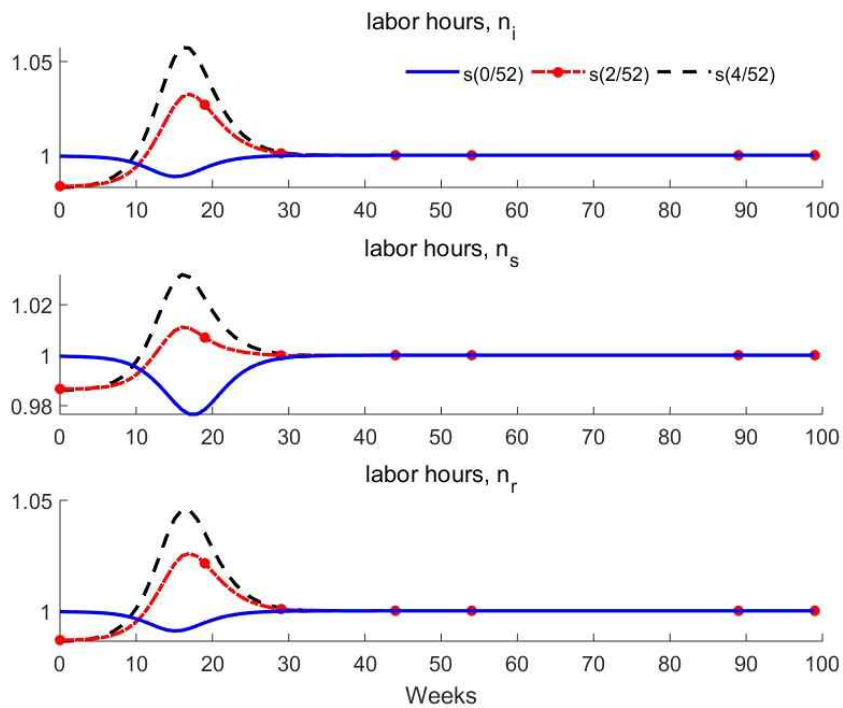


백신과 치료제 개발 성공률이 커지면서 감염자 수(I)도 점차 감소세를 보여준다. 백신 공급에 의해 사람들은 감염 가능 그룹(S)에서 완치 그룹(R)으로 바로 이동하므로 충격 이후 $s(2/52)$ 와 $s(4/52)$ 의 완치 그룹(R) 인구수는 $s(0/52)$ 의 해당 그룹 인구수보다 증가한다. 다시 말해서 백신과 치료제 개발 성공률이 클수록 감염자 수가 빠르게 감소하고 완치 그룹의 인구수도 더 증가한다. 코로나19 확산 초기 $s(2/52)$ 와 $s(4/52)$ 의 사망자 수(D)는 줄어드나 충격 이후 오히려 늘어난 수준을 유지한다. 이러한 결과는 확산 초기에 선제적 방역정책을 강화한 이후에 소비를 촉진하며 균형 사망 인구가 소폭 증가한 것으로 해석할 수 있다. 부록 [그림 A1]은 백신과 치료제 개발 성공률에 따른 총 소비와 최적 방역정책을 비교한다. δ_c 와 δ_v 가 커질수록 총소비 하락 폭은 감

소하고 최적 방역정책의 강도도 작아지고 있다.

[그림 4]는 그룹별 노동시간을 base 시나리오 대비 상대 비교하여 제시한다. 도덕적 해이 시나리오 $s(0/52)$ 의 모든 그룹의 노동공급은 base 시나리오 대비 줄어드나 백신과 치료제 개발에 성공할수록 노동공급은 점차 늘어나고 있다.

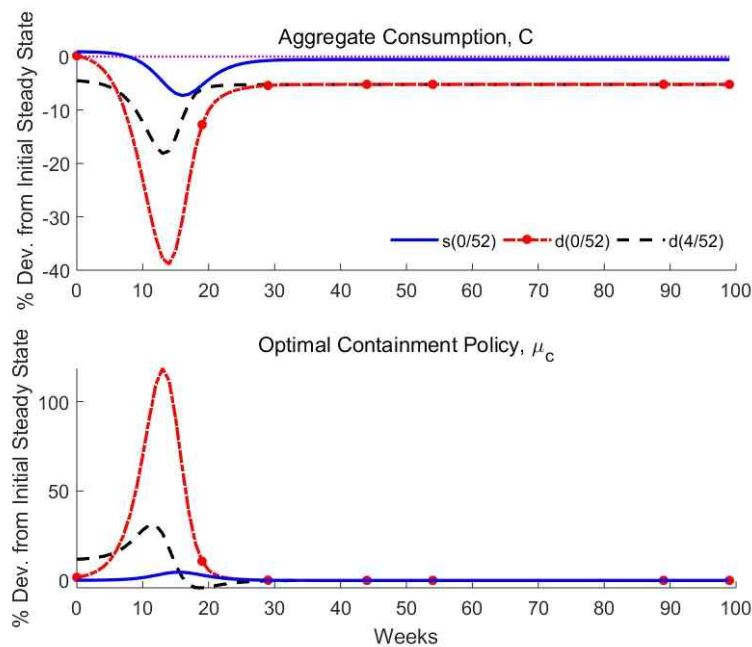
[그림 4] 그룹별 노동시간 상대 비교



도덕적 해이 상황을 고려하되 정책당국이 사람들의 일상 중에 방역지침 이행을 철저히 감독하는 데는 한계가 있다. 따라서 확산 초기에 감염자들의 동선에 관한 역학 조사가 제대로 이루어지지 못한 경우에는 병상 등 치료시설이 부족한 극단 상황까지 초래될 수 있다. 시나리오 d는 도덕적 해이 상황을 고려하나 사망률이 2배로 증가한 상황($\kappa = 0.9$)을 상징한다. [그림 5]는 도덕적 해이 상황의 시나리오 $s(0/52)$ 와 사망률이 2배 증가한 시나리오 $d(0/52)$, $d(4/52)$ 의 총소비와 최적 방역정책을 비교하여 제시한다. 시나리오 $d(0/52)$ 의 방역정책 수준은 시나리오 $s(0/52)$ 대비 30배 가까이 강화

되며, 총소비는 40% 가까이 하락한 후 저점부터 회복하는 데 15주가 소요된다. 한편, 백신과 치료제 개발을 성공하는데 평균 13주 소요되는 경우, 총소비는 18% 하락하며, 회복하는데 저점부터 6주 소요된다. 시나리오 d에서 백신과 치료제의 개발이 성공하지 못한 경우의 방역정책 강도는 성공한 경우보다 4배 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 백신과 치료제 개발에 성공하고 정부가 사회적 후생을 극대화하는 최적의 방역정책을 제시하더라도 일상 중의 사회적 거리두기 등 지침이 제대로 이행되지 않는 경우 사회적, 경제적 손실이 매우 클 수 있다는 점을 시사한다.

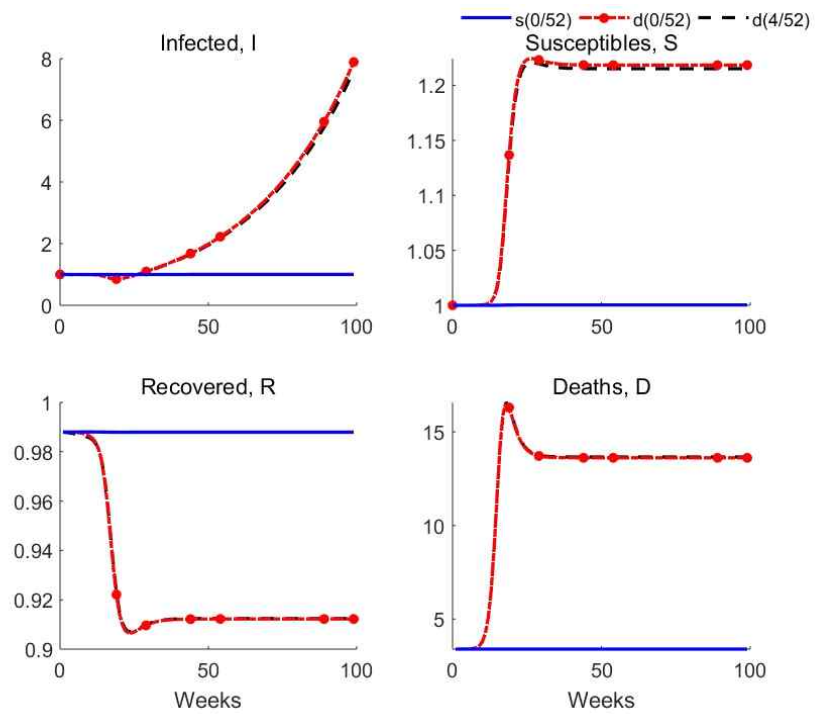
[그림 5] 총 소비와 최적 방역정책 비교 ($\kappa = 0.9$)



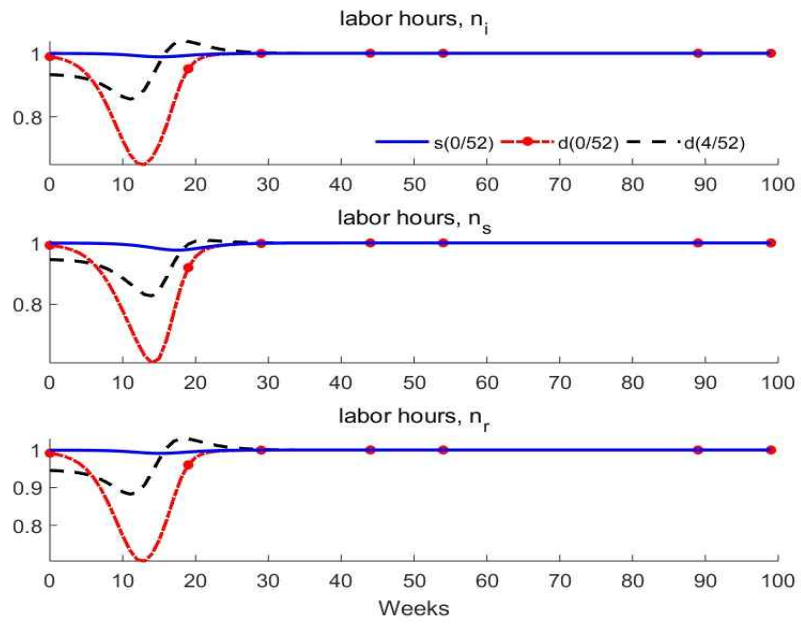
[그림 6]과 [그림 7]은 시나리오 d의 그룹별 상대 인구와 노동시간을 비교한다. 사망률이 2배 증가하는 상황에서 감염 인구는 늘어나고 완치된 인구는 감소하며 사망

인구가 늘어나고 있다. 이러한 추세는 백신과 치료제가 개발되더라도 거의 동일하다. 백신과 치료제가 개발되면 방역정책 강도는 낮아지고 그룹별 노동시간의 변화도 있으나 감염 인구와 사망 인구를 줄이는 것이 매우 어렵다는 점을 시사한다.

[그림 6] 그룹별 인구 상대 비교 ($\kappa = 0.9$)



[그림 7] 그룹별 노동시간 상대 비교 ($\kappa = 0.9$)



IV. 결 론

본 연구는 코로나19 확산에 대응한 최적 방역정책이 국내 거시경제에 미치는 동태적 효과를 분석하였다. Eichenbaum, Rebelo and Trabandt(2020)의 거시-역학 모형에 감염 가능 그룹의 일상 중 감염 노출 정도가 개별 건강상태에 따라 달라지는 도덕적 해이 상황을 반영하였다. 사회적 후생을 극대화하는 램지 문제의 동태적 분석 결과는 사람들의 일상 중 사회적 거리두기 준수가 정부의 방역정책과 치료제, 백신 도입이 효과를 발휘하는 데 매우 중요한 역할을 한다는 점을 시사한다. 도덕적 해이가 있는 경우의 최적 방역정책은 2배 더 강화되어야 하며, 총소비는 7% 하락하고, 회복하는데 저점부터 12주가 소요된다. 백신과 치료제 개발에 성공하는 데 평균 13주 소요되는 경우에 총소비는 2% 하락하는 것으로 도출되었다.

참 고 문 헌

- Alvarez, F., Argente, D. and F. Lippi. 2020. A Simple Planning Problem for COVID-19 Lockdown, manuscript, University of Chicago.
- Atkeson, A. 2020. What will be the economic impact of COVID-19 in the US? Rough estimates of disease scenarios. NBER Working Paper No. 26867. National Bureau of Economic Research.
- Eichenbaum, M. S., Rebelo, S. and M. Trabandt. 2020. The Macroeconomics of Epidemics. NBER Working Paper No. 26882. National Bureau of Economic Research.
- Jones, C. J., Philippon, T. and V. Venkateswaran. 2020. Optimal Mitigation Policies in a Pandemic: Social Distancing and Working from Home. NBER Working Papers 26984. National Bureau of Economic Research.
- Kermack, W. O. and McKendrick A. G. 1927. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. Proceedings of the Royal Society of London, series A 115, no 772. 700-721.
- Kozlowski, J., Veldkamp, L. and V. Venkateswaran. 2020. Scarring Body and Mind: The Long-Term Belief-Scarring Effects of COVID-19. the 2020 Jackson Hole Economic Policy Symposium Proceedings Working paper.
- Park, K. and Choi, B. 2015, Efficiency Wage and Cyclical Asymmetry. Journal of Economic Theory and Econometrics. 26(2). 1-35.
- Park, H. and Kim, S. H. 2020. A Study on Herd Immunity of COVID-19 in South Korea: Using a Stochastic Economic-Epidemiological Model. Environmental and Resource Economics. 76. 665-670.
- Walsh, C. E. 2005. Labor Markets Search, Sticky Prices, and Interest Rate Policies, Review of Economic Dynamics. 8(4). 829-849.

[그림 A1] δ_c 와 δ_v 변화에 따른 총 소비와 최적 방역정책 비교

