

X-13A-S 프로그램을 이용한 계절조정방법 분석 - X-12 필터와 SEATS 방법의 비교 -

이한식¹

¹서강대학교 경제학과

(2010년 8월 접수, 2010년 10월 채택)

요약

본 연구에서는 최근에 새롭게 개발된 X-13A-S 프로그램을 이용하여 우리나라 경제시계열에 적합한 계절조정방법을 모색하였다. 특히 한국의 주요 거시경제지표에 대하여 X-12 필터와 SEATS 방법을 각각 적용하여 계절조정계열을 산출하고, 안정성·역등성 등 계절조정의 적합성 평가기준을 토대로 두 방법의 유용성에 대한 이론적·실증적 비교분석을 시도하였다. 본 연구의 분석에 의하면 두 방법 모두 안정성이 우수한 것으로 나타나 계절조정의 신뢰성은 높은 것으로 평가되었다. 두 방법 사이의 상대적 비교에서는 대상 자료에 따라 약간 다른 결과를 보이고 있기는 하지만 전체적으로 모형에 기초하여 계절조정을 시행하는 SEATS 방법이 우월한 것으로 나타났다. 특히 구조변화를 고려하여 구간을 나누어 계절변동조정을 시행하면, 전체 기간에 대한 분석에 비해 SEATS 방법에 상대적으로 더 유리한 결과가 도출되었다. 이는 모형 분석에 기초를 둔 TRAMO-SEATS 방법이 계절조정의 이론적 정합성 및 일관성 측면에서 더 우수하다는 최근의 학문적인 연구 결과와 일치한다. 이러한 결과는 그 동안 현재 국내에서 사용되고 있는 X-12-ARIMA 방법 이외에 TRAMO-SEATS 방법을 한국 경제시계열 자료에 적용할 필요성이 있다는 것을 암시하는 것이라 할 수 있다. 따라서 향후 X-13A-S 프로그램과 같이 두 방법을 같이 병행하면서 이를 우리 자료에 맞게 조정하는 방안에 관한 지속적인 연구가 필요하다. 이를 통해 계량모형에 기초한 TRAMO-SEATS 방법의 이론적 정합성과 X-12-ARIMA 방법의 실증적 적합성을 결합시킬 수 있는 새로운 차원의 계절조정방법을 계속 모색해야 한다.

주요어: 계절조정, X-11 필터, SEATS, X-13A-S 프로그램, Win-X12.

1. 서론

대부분의 경제시계열 자료, 특히 소득·소비 등 주요 거시경제지표를 보면 주기적으로 반복되는 변동현상이 나타난다. 예를 들어 GDP는 농산물의 수확, 영업일수에 따라 매년 4분기에 가장 큰 값을 보이며, 실업률의 경우 학교졸업에 따른 신규노동인력 증가와 농한기로 매년 3월에 높게 나타난다. 이러한 변동은 월별 또는 분기별 경제시계열이 계절 변화, 공휴일, 명절, 사회적 관습에서 비롯되는 1년 주기의 변동요인을 포함하고 있기 때문이다. 이와 같이 계절변동을 나타내는 자료를 그대로 이용하면 경제지표의 근원적인 움직임을 파악할 수 없는 문제가 발생한다.

이를 고려하여 각국의 경제통계자료 담당기관은 그 나라의 경제 동향에 관한 정보를 가장 잘 반영하는 자료를 제공하기 위한 방법으로 원자료의 계절변동요인을 제거한 계절조정계열을 발표하고 있다. 이와 같이 계절변동 조정의 필요성에 대해서는 대부분 의견이 일치되고 있는 반면, 그 조정방법에 대해서는

이 연구는 2010년도 서강대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임.

¹(121-742) 서울 마포구 신수동 1번지, 서강대학교 경제학과, 교수. E-mail: hahnlee@sogang.ac.kr

이론적 기준뿐만 아니라 실증적 측면에서도 아직 합의가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 이는 계절적 변동이 각국의 기후·관습·사회구조 등에 따라 다를 뿐 아니라 시간의 흐름에 따라 변화하는 특징을 보이고 있어, 이에 대한 통계적 분석이 매우 복잡하기 때문이다.

세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 계절조정방법으로는 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법을 들 수 있다. X-12-ARIMA 방법은 미국·캐나다를 중심으로 개발된 X-11 유형의 프로그램 이후 지금까지의 계절성에 대한 연구 결과와 각국 통계담당기관의 경험 등을 반영하여 작성된 포괄적인 접근방법이다. 그러나 X-11 유형의 프로그램은 시계열자료 전체의 특징에 대한 정교한 통계적 분석을 토대로 하지 않고 이동평균법을 반복적으로 적용하는 경험적인 방법에 기초하고 있기 때문에, 이론적 정합성 및 일관성이 부족하다. 이와는 달리 TRAMO-SEATS 방법은 계절조정 대상 자료에 대한 통계적 분석을 토대로 하는 모형접근법으로 최근 유럽연합의 통계담당 기관인 유로통계청(Eurostat) 등에서 그 사용이 확대되고 있다.

이와 함께 다른 계절조정방법들에 대한 비교분석은 통계·계량관련 문헌에서 오랫동안 중요한 연구과제로 논의되어 왔다. 특히 최근 Eurostat의 연구진을 중심으로 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEAT 방법에 대해 이론적 분석 및 모의실험 등을 이용한 비교연구가 활발하게 진행되고 있다. Fischer (1995)는 TRAMO-SEATS가 이론적 모형에 근거하기 때문에 X-12-ARIMA보다 더 체계적인 방법일 뿐만 아니라, 유럽 여러 나라의 경제시계열을 대상으로 한 실증분석에서도 모형설정의 안정성 측면에서 우수하다는 결과를 제시하였다. Dosse와 Planas (1996a)는 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법에서 계절요인을 추출하기 전에 적용하는 사전조정 과정인 RegARIMA와 TRAMO에 대한 비교분석을 시행한 결과를 토대로 TRAMO-SEATS가 사전조정 단계의 옵션 기능을 더 많이 제공하고 있을 뿐만 아니라 작업 수행시간에서도 더 빠르다는 측면에서 더 우수하다는 결론을 도출하였다.

Planas (1996)와 Dosse와 Planas (1996b)는 두 프로그램에서 계절요인을 추출하는 과정인 X-12-ARIMA의 필터와 SEATS 방법에 대한 비교분석을 시행하였다. Planas (1996)는 SEATS에서 사용되는 Wiener-Kolmogorov 필터도 X-11 중심 필터와 같이 대칭 이동평균필터로 표현된다는 면에서 비슷한 형태를 갖고 있어 두 필터가 비슷한 주파수 영역역과 구조를 갖고 있지만, X-11 계절조정방법은 단기변동에 민감한 변화를 나타낸다는 경우를 제시하였다. Dosse와 Planas (1996b)의 결과에 의하면 X-12-ARIMA가 TRAMO-SEATS보다 계절조정계열에 대한 수정과정에서 더 빠른 수렴속도를 보이지만 대부분의 경우 후자가 전자보다 작은 수정을 나타내는 것으로 분석되었다. 이와는 달리 한국의 주요 거시경제지표에 대해 두 방법을 비교한 이한식 (2002)의 연구결과에 의하면 두 방법 모두 신뢰성 있는 계절조정계열을 산출하는 것으로 분석되었으나, 두 방법 사이의 상대적 비교에서는 전체적으로 X-12-ARIMA 방법이 다소 우월한 것으로 나타났다.

그러나 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEAT 방법의 경우 기본적으로 서로 다른 접근방법에 기초하고 있기 때문에 객관적인 기준을 설정하기가 어렵다. 이론적인 측면에서는 엄격한 통계이론에 바탕을 둔 TRAMO-SEAT 방법이 우수한 것으로 분석되고 있으나, 실증적인 측면에서는 분석대상 자료의 특징에 따라 그 결과가 달라지므로 이들 사이의 우열을 판단하기는 쉽지 않다. 특히 기존의 연구결과들은 개발 초기의 프로그램을 대상으로 비교한 것으로, 최근 공식적으로 사용되고 있는 프로그램을 이용하는 경우 다른 결과가 나타날 수 있다. 또한 기존의 결과는 대부분 유럽의 자료를 대상으로 한 것으로, 이러한 결과를 일반적인 현상으로 해석할 수는 없을 것이다. 특히 빠른 경제성장을 보인 우리나라의 경우, 경제시계열에 구조변화(structural break)가 나타나 전체 자료에 대해 모형접근법을 적용하기 위한 모형선정이 어려운 상황이 발생할 수 있다.

우리나라에서는 현재 X-12-ARIMA 방법을 우리나라 통계자료의 특징에 맞도록 조정하여 계절조정계열을 산출·공표하고 있다. 반면 스페인, 이탈리아 등 유럽을 중심으로 TRAMO-SEATS 방법의 사용이

점차 확대되고 있으며, 미국에서도 X-12-ARIMA 방법에 TRAMO의 모형자동선정 기능과 SEATS 필터를 함께 사용할 수 있는 프로그램을 개발하고 있어 이에 대한 관심이 점차 고조되고 있다. 특히 최근 Eurostat에서 TRAMO-SEATS 방법이 채택됨에 따라 유럽 각국에서도 이 방법이 확산될 전망이다. 그러나 현재 국내에서는 전경배 (2003)와 두 방법을 비교하기 위한 연구를 제외하면 TRAMO-SEATS 방법에 관한 이론적·실증적 연구가 전혀 없는 실정이다. 올바른 계절조정을 위해서는 시계열자료에 고유한 계절성을 제대로 분석할 수 있어야 하므로, 우리의 자료에 대한 계절조정은 우리의 실정을 가장 잘 반영하는 것이 중요하다.

본 논문은 이러한 연구에 대한 출발점으로 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법의 이론적 유사점과 차이점을 비교해보고, 우리 통계자료의 특징에 맞는 계절조정방법을 모색하기 위한 방안의 하나로 두 방법 중 어느 것이 우리 자료의 계절변동구조에 더 적합한가에 대한 실증분석을 시도하였다. 이를 위해 그 동안 국내에서 사용되어 왔던 X-12-ARIMA 방법 이외에 이론적 적합성 측면에서 우월한 특징을 갖는 TRAMO-SEATS 방법을 각각 적용하여 한국의 주요 거시경제자료에 대한 계절조정계열을 산출하고, 계절조정의 평가기준을 토대로 각 계절조정방법의 적합성을 비교하고자 한다. 특히 기존 연구와는 달리 우리나라 경제시계열에 나타날 수 있는 구조변화를 고려하여, 주요 거시경제지표를 구간별로 나누는 자료를 대상으로 계절조정계열을 산출함으로써 분석대상 자료의 특징에 따라 달라지는 실증적인 측면에서의 차이에 대해 재조명하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법의 주요 특징에 대한 비교를 중심으로 계절조정방법의 실증적 접근방법에 대해서 소개한다. 제 3장에서는 계절조정방법의 적합성 비교를 위한 실증분석 도구와 이에 관한 기존 연구결과를 간략히 설명한다. 제 4장에서는 한국 주요 거시경제지표의 특징 및 분석방법에 대해 소개하고, 두 방법의 적합성에 대한 비교·분석 결과를 논의한다. 마지막으로 제 5장에서는 본 연구의 주요 결과를 요약하고, 향후 연구과제에 대한 제안을 제시한다.

2. 계절조정의 기초이론과 실증적 접근방법

계절조정은 관측된 경제시계열 Y_t 가 비계절적 부분(N_t)과 계절적 부분(S_t)으로 구성되어 있다는 가정에서 출발하고 있다. 여기서 비계절적 부분은 다시 추세(T_t)와 순환변동(C_t), 불규칙적인 부분(I_t)으로 나눈다. 계절조정은 1년 주기의 계절변동 부분 이외에 명절·요일 등 단기의 규칙적 변동과 과업 등 불규칙한 변동을 나타내는 특이항 등을 통계적으로 추출·제거하는 것을 포괄하는 개념으로 사용되기도 한다.

시계열자료의 계절변동으로 인해 원자료를 직접 이용·해석하기 어려운 경우, 이를 해결하기 위한 가장 간단한 방법으로 전년동기비와 계절가변수 모형이 많이 사용된다. 이 방법은 계절변동이 시간의 흐름에 따라 변화하는 것을 고려하지 않기 때문에 시간의 흐름에 따라 달라지는 계절성을 나타내는 대부분의 경제시계열자료의 분석에는 한계가 있다. 계절성이 변동적인 경우에 적용할 수 있는 방법으로는 X-11 유형의 이동평균법과 회귀분석법·신호추출법 등을 적용하는 모형접근법이 있다. 아래에서는 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법의 분석기법 및 특징을 중심으로 그 동안 각국에서 실제로 사용되어 왔던 계절조정방법들에 대해서 비교한다.

2.1. 계절조정의 실증적 접근방법

경제시계열에 나타나는 계절성 분석을 위해 실제 사용되어 왔던 계절조정방법은 크게 회귀분석법, 필터 사용법, 신호추출법의 세 가지 유형으로 분류할 수 있다. 첫째, 회귀분석법은 모형분석을 통해 계절성 및 추세를 추정하는 이론적 접근법의 시초라 할 수 있는 것으로, 실제로 Eurostat에서 최근까지 사용되

표 2.1. 주요 나라의 계절조정방법 (2007년 기준)

계절조정 방법	사용 국가 및 국제기구
X-12-ARIMA	한국, 미국, 일본, 캐나다, 영국, 아일랜드, 스위스, 네덜란드, 호주, 뉴질랜드, 싱가포르 등
TRAMO-SEATS	그리스, 헝가리, 이탈리아, 스페인, 폴란드, 루마니아, 룩셈부르크, 불가리아, 터키 등
X-12-ARIMA와 TRAMO-SEATS	오스트리아, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 포르투갈, 스웨덴
X-12-ARIMA와 BV4	독일
계절조정을 하지 않는 국가	벨기에

자료: Foldesi 등 (2007) 및 Eo (2009, p.26) 참조.

있던 DAINITIES 방법 등의 기초가 되었다. 둘째, 이동평균을 반복 적용하는 방법은 시계열자료의 통계적 분석에 기반을 두지 않는다는 면에서 경험적인 방법이라 할 수 있다. X-12 유형의 접근법이 그 대표적인 방법으로, 계절조정을 위해 세계적으로 가장 널리 사용되어 왔던 방법이다. 셋째, 신호추출법을 이용하는 계절조정방법은 ARIMA모형을 이용하여 시계열자료의 특징을 분석한 후 이를 비관측 요인으로 분해하는 방법으로, 최근 유럽을 중심으로 사용이 확대되고 있는 TRAMO-SEATS 방법이 이 유형에 속한다.

세계 주요 나라의 계절조정방법을 유형별로 정리한 표 2.1에서 볼 수 있듯이 X-12 유형의 접근법이 그동안 가장 널리 사용되어 왔으나, 최근 스페인을 중심으로 유럽 각국에서 모형분석 접근법인 TRAMO-SEATS를 채택하고, 미국에서도 X-12-ARIMA 방법에 TRAMO의 모형자동선정 기능과 SEATS 필터를 함께 사용할 수 있는 프로그램을 개발하고 있어 향후 세계 각국의 통계기관에서 어떤 계절조정방법을 채택하게 될 것인가에 대해서는 쉽게 전망할 수 없는 상황이다. 여기에서는 위의 기초 이론과 연결하여, 그 동안 각국에서 실제로 사용되어 왔던 방법들에 대해서 정리한다.

2.1.1. 회귀분석법 회귀분석법은 원자료의 추세순환 및 계절요인을 선형모형으로 근사시켜 추정하는 방법이다. BV4 방법은 분석구간을 이동하면서 회귀분석법의 접근방식을 적용하는 방법으로, 독일 통계당국기관의 공식 계절조정방법으로 사용되어 왔다. 이 방법은 분석대상 시계열 전체에 대해 적합한 모형을 선정하는 모형분석 접근법과는 달리, 특정한 관측치를 중심으로 설정된 부분적인 비교구간(reference interval)에 대하여 회귀분석법을 이용한다. 이와 같이 분석구간을 이동시킴으로써 고정된 계절성을 가정하는 회귀분석법의 한계를 극복하는 방법을 사용하였다. BV4 방법은 회귀분석기법을 이용하고 있기 때문에 계산이 간단하고 빠르며 이론적 설명이 분명하다는 장점이 있으나, 추세다항식과 계절분석을 위한 삼각함수의 선정 과정에서 나타나는 식별문제 등의 실증적인 과제들을 해결하는 것이 쉽지 않다는 단점이 있는 것으로 지적되고 있다.

DAINTIES 방법은 최근까지 유럽연합의 공식적인 계절조정방법으로 사용되어 왔던 프로그램이다. 이는 BV4 방법과 마찬가지로 분석구간을 이동하면서 회귀분석법을 적용하는 계절조정방법인데, BV4와는 달리 현재까지의 자료만을 사용하는 비대칭필터를 적용한다. 따라서 계산이 간단하고 추후 수정을 하지 않아도 되는 장점이 있다. 그러나 이러한 장점은 DAINITIES 방법의 결점이 되기도 한다. 즉 비대칭필터를 사용하기 때문에 계절성에 변화가 나타나는 경우 이를 분석할 수 없고, 추세에 대한 추정에 왜곡이 발생한다. 또한 과거 자료에 있는 정보만을 이용하므로 전환점 예측에 적합하지 않다.

2.1.2. X-12-ARIMA 방법 미국의 Census X-11과 캐나다의 X-11 ARIMA 방법은 일련의 이동평균필터를 반복 적용하여 이동평균법을 정교화시킨 방법이다. 최근에 새롭게 개발된 X-12-ARIMA 필터

도 RegARIMA 모형으로 사전조정 및 예측모형선택이 가능하도록 하고 새로운 진단 방법을 도입하는 등 기존의 X-11 방법의 기능을 보완한 것 이외에는 X-11과 거의 같은 이동평균필터를 사용한다. 여기에서는 X-11 유형의 계절조정방법의 기본 원리와 X-12-ARIMA 방법의 특징에 대해 다루기로 한다.

분기자료에 대한 X-11 또는 X-12 필터는 다음의 여러 단계로 구성되어 있다. 첫째, 계절조정작업에 앞서 먼저 원자료의 특징을 분석하여 이에 대한 사전조정 여부를 결정하고, 필요한 경우 사전조정을 실시한다. 특히 요일구성 또는 영업일수가 같지 않은 분기(또는 월)에 대해 조정한다.

둘째, 사전조정 된 계열에서 식 (2.1) 형태의 중심 4항 이동평균을 제거하여 계절·불규칙 요인을 산출하고, 필요한 경우 특이항을 수정한다.

$$\begin{aligned} \text{SQ}(L) &= 1 - \frac{1}{8}(1+L)(1+L+L^2+L^3)L^{-2} \\ &= -0.125L^2 - 0.250L + 0.750 - 0.250L^{-1} - 0.125L^{-2}. \end{aligned} \quad (2.1)$$

이와 같이 도출된 자료는 계절 및 불규칙 요인 부분의 합에 대한 초기(initial) 추정치가 된다. 이를 대상으로 같은 분기(또는 월)의 자료만을 사용하여 3항 이동평균을 반복 적용하는 3×3 계절이동평균을 적용하면 계절요인의 추정치를 도출할 수 있다.

$$M_1(L) = \frac{1}{9}(L^s + 1 + L^{-s})^2, \quad (\text{분기자료의 경우 } s = 4), \quad (2.2)$$

여기에 연간 계절적 변동의 합이 0이 되도록 필터 $\text{SQ}(L)$ 을 한 번 더 적용하여 첫 번째 잠정적 계절요인을 추정한다.

셋째, 잠정적 계절요인에 대한 추정치를 원시계열로부터 빼면 잠정적 계절조정계열을 도출할 수 있는데, 여기에 다음의 Henderson 이동평균을 사용하여 추세·순환 변동 부분의 추정치를 다시 산출한다.

$$\text{HQ}(L) = -0.073L^2 + 0.294L + 0.558 + 0.294L^{-1} - 0.073L^{-2}. \quad (2.3)$$

원계열로부터 위의 추세·순환변동 부분을 제거하면 계절·불규칙 요인의 합에 대한 두 번째 추정치가 구해진다. 이에 대해 3항 이동평균과 5항 이동평균을 반복 적용하는 다음의 3×5 이동평균필터를 이용하여 계절성의 두 번째 추정치를 구한다.

$$\begin{aligned} M_2(L) &= \frac{1}{15}(L^s + 1 + L^s)(L^{2s} + L^s + L^{-s} + L^{-2s}) \\ &\approx 0.067L^{3s} + 0.133L^{2s} + 0.200L^s + 0.200 + 0.200L^{-s} \\ &\quad + 0.133L^{-2s} + 0.067L^{-3s}, \quad (\text{분기자료의 경우 } s = 4), \end{aligned} \quad (2.4)$$

여기에 필터 $\text{SQ}(L)$ 을 한번 더 적용하여 계절적 부분의 합이 0이 되도록 한다.

이러한 일련의 필터를 합하면 다음과 같은 X-11 필터의 선형 근사식이 도출된다.

$$\begin{aligned} \text{XQ}(L) &\approx 1 - \text{SQ}(L)M_2(L)[1 - \text{HQ}(L)\{1 - \text{SQ}(L)M_1(L)\text{SQ}(L)\}] \\ &= 1 - \text{SQ}(L)M_2(L) + \text{SQ}(L)M_2(L)\text{HQ}(L) - \text{SQ}^3(L)M_1(L)M_2(L)\text{HQ}(L). \end{aligned} \quad (2.5)$$

월별 X-11 필터도 비슷한 방법으로 구할 수 있다.

X-11 방법은 확정적 계절요인 뿐만 아니라 변동적 계절요인을 정교히 추출할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 시계열 양단에서 필터를 적용하는 경우 중심 이동평균이 아닌 후방 또는 전방 이동평균을 적용해야 하므로 새로운 통계자료가 추가될 때마다 계절조정을 다시 시행해야 한다. 특히 계절조정계열의 변

화가 크게 나타나는 경우가 발생할 수 있기 때문에 계절조정계열을 바탕으로 시계열의 최근 움직임과 전환점을 파악하는 데에는 어려움이 있다. 이러한 문제를 보완하기 위해 캐나다 통계청은 ARIMA 모형으로 시계열의 양단을 1~2년 예측·연장한 후 X-11법을 적용하는 X-11-ARIMA 방법을 제안하였다. 그러나 이 방법도 적절한 ARIMA 모형이 선택되지 못하는 경우 X-11법과 마찬가지로 계절조정계열의 안정성에 문제가 발생하므로, X-11-ARIMA 방법을 이용할 때 시계열의 양단 연장을 위한 보다 정교한 예측 모형이 필요하다.

기존 X-11 유형의 계절조정기법에 대한 경험과 최근까지의 계절성에 대한 연구결과를 토대로 미국 통계국은 1995년 X-12-ARIMA 방법을 개발하였으며, 1998년 이를 수정·보완한 프로그램을 발표하였다. 이는 기존의 이동평균법을 기초로 한 X-11 기법에 RegARIMA 모형을 근간으로 하는 모형접근법을 접합한 방법으로, RegARIMA 모형으로 사전조정 및 예측모형선택이 가능하도록 한 것과 새로운 진단방법을 도입한 것을 주요 개선내용으로 들 수 있다. 시계열 분해를 위한 이동평균법의 반복 적용은 X-11 필터와 거의 유사하므로, 여기에서는 RegARIMA 모형의 특징에 대해서 간략히 소개하고자 한다(X-12-ARIMA 방법에 대한 보다 자세한 내용은 Findley 등 (1998) 참조. 이에 대한 국내문헌으로는 이공희 (1998), 전백근 (2002) 등이 있다).

RegARIMA 모형은 ARIMA 모형에 구조변화, 특이항 및 요일변동 등을 회귀모형으로 추가한 시계열 모형이다. 계절 ARIMA 모형 $(p, d, q) \times (P, D, Q)_s$ 로 구성된 시계열에 대해 r 개의 더미변수 x_i 를 포함하여 구성된 모형은 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D \left(Y_t - \sum_{j=1}^r \beta_j x_{jt} \right) = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t, \quad (2.6)$$

여기에서 $\phi_p(B), \Phi_P(B), \theta_q(B), \Theta_Q(B)$ 는 시차 다항식이며 a_t 는 $N(0, \sigma^2)$ 분포를 따른다고 가정한다. 더미변수로는 공휴일, 요일변동, 명절 등을 고려할 수 있는데, 이들 요인에 대한 더미변수를 포함하는 RegARIMA 모형을 이용하여 원자료로부터 사전조정요인을 직접 추출한다. 또한 X-12-ARIMA 프로그램에서는 다양한 더미변수가 설정될 수 있어 자동적으로 가법형 특이항(additive outlier), 수준변화(level shift), 그리고 일시적인 변동요인(temporary change)을 포착하여 모형화할 수 있으며, 그 밖의 특이항 형태도 사용자의 필요에 따라 더미변수로 포함시킬 수 있다. RegARIMA 모형의 추정시 고려해야 할 점으로는 사전적으로 단위근 또는 계절단위근 검정을 하여 모형의 차분형태를 정할 필요가 있다는 것, 그리고 특이항 또는 구조변화가 자료수에 비해 과다하게 나타나지 않도록 조정하여 모수 추정의 안정성을 기해야 한다는 것 등을 들 수 있다.

X-12-ARIMA 방법을 정리하면 다음의 3단계로 나눌 수 있다. 첫째, RegARIMA 모형을 이용하여 사전조정을 시행하고, 시계열 양단자료에 대한 예측치를 도출한다. 둘째, 첫 단계에서 구해진 자료에 대해 개선된 X-11법으로 시계열을 분해하여 계절조정계열을 생성한다. 셋째, 계절조정의 적절성 평가를 위하여 다양한 검정을 실시하고, 분석결과 적절하지 않은 것으로 평가되면 다시 앞의 3단계를 반복한다.

2.1.3. TRAMO-SEATS TRAMO-SEATS는 ARIMA 모형 접근법의 하나로, 먼저 TRAMO를 적용하여 주어진 시계열자료에 적합한 ARIMA 모형을 선정하고, 이를 신호추출형 계절조정법인 SEATS로 보내어 계절요인을 추출하는 과정으로 구성되었다. 이 방법은 Gomez와 Maravall (1994a, b)에 의해 개발된 프로그램으로 처음 스페인에서 사용되기 시작하였으며, 그 후 Gomez와 Maravall (1996) 등의 수정·보완 과정을 거쳐 현재 Eurostat에서 사용되고 있다.

원래 Eurostat에서는 DAINTRIES방법이 사용되고 있었으나 1990년대 초에 새로운 데이터시스템으로 개편하면서 각 분야마다 다른 계절조정방법이 사용되기 시작하였다. 이는 유럽 여러 나라로부터의 다

양한 자료를 일관성 있게 효율적으로 관리하는 것을 어렵게 하였다. 이에 따라 1994년 각 분야의 대표들로 구성된 연구진이 결성되어 다양한 계절조정 방법에 대한 비교·분석을 시행하였다. 여러 가지 방법을 비교해 본 결과 X-12-ARIMA와 TRAMO-SEATS가 가장 우수한 것으로 평가하였으며, 그 중 후자가 더 적합한 것으로 결정하였다. 이와 함께 이들 두 계절분석기법을 모두 적용할 수 있는 공유프로그램 DEMETRA를 개발하였다.

TRAMO-SEATS 프로그램은 다음과 같은 단계로 구성되어 있다. 첫째, TRAMO를 이용하여 주어진 자료에 적합한 ARIMA 모형을 선정한다. 이 과정에서 이상관측치가 자동적으로 식별되며, 필요한 경우 영업일수나 공휴일 효과 같은 사전조정요인을 분석할 수 있다. 이와 같이 TRAMO에 의해 선형모형으로 조정된 자료들은 시계열자료의 분해가 이루어지는 SEATS로 보내진다. 둘째, SEATS에서는 먼저 선정·추정된 모형에 대한 스펙트럼을 구하고, 이를 비관측 구성요소들의 스펙트럼으로 분해한다. 이 과정에서 각 구성요인들 사이의 직교성에 대한 가정 등 구성요인의 추정치를 도출하기 위한 조건이 필요하며, 또한 대칭필터를 사용하기 위해 예측치를 생성(forecast, backcast)해야 한다. SEATS는 이러한 일련의 과정을 통해 추세순환과 계절조정 요인의 파라미터를 추정하고, 이상관측치와 특이효과를 반영하여 최종적인 계절조정자료를 도출한다. 셋째, 계절조정의 적절성 평가를 위하여 구간이동 분석, 스펙트럼 분석 등 X-12-ARIMA에서와 비슷한 유형의 점검을 시행한다. 이 중 TRAMO 과정, 사후진단 과정은 기본적으로 X-12-ARIMA와 비슷한 기능을 갖고 있으므로, 여기에서는 시계열분해 과정인 SEATS에 대해 간략히 설명하고자 한다.

SEATS는 TRAMO에 의해 선형모형으로 조정된 자료들이 다음과 같은 구조를 갖는다는 가정에서 출발한다.

$$Y_t = N_t + S_t \quad (2.7)$$

$$\phi_n(B)N_t = \theta_n(B)a_{nt}, \quad (2.8)$$

$$\phi_s(B)S_t = \theta_s(B)a_{st}, \quad (2.9)$$

여기서 a_{nt} 와 a_{st} 는 서로 독립인 백색잡음이며, $\phi_n(B)$ 와 $\phi_s(B)$ 사이에는 똑같은 근이 없도록 해야한다. 식 (2.7)~(2.9)의 구성은 분해대상 자료인 Y_t 역시 다음과 같은 형태의 ARIMA 모형을 따른다는 것을 의미한다.

$$\phi(B)Y_t = \theta(B)a_t. \quad (2.10)$$

관측가능한 하나의 시계열자료를 여러 개의 비관측 요인으로 분해하고자 하는 경우, 각 구성요인에 대한 추정방법은 무한하다. 이 과정에서 SEATS와 같이 모형접근법에 기초한 분해방법은 불규칙 요인의 분산을 극대화시키는 추정치를 선택한다. 이러한 가정에 기초한 계절요인의 최적추정치는 다음과 같은 형태로 표현된다.

$$\hat{S}_t = v_s(B)Y_t = \sigma_s^2 \frac{\phi_n(B)\phi_n(F)\theta_s(B)\theta_s(F)}{\theta(B)\theta(F)} Y_t, \quad (2.11)$$

여기서 σ_s^2 는 a_{st} 의 분산, F 는 전방연산자 ($F = B^{-1}$)를 나타내며, $v_s(B)$ 는 Wiener-Kolmogorov 필터로 계절요인 S_t 와 원자료 Y_t 의 스펙트럼(또는 자기상관계수 생성함수)의 비율을 나타낸다.

TRAMO 프로그램은 X-12-ARIMA와 마찬가지로 가법형 특이항, 구조변화, 일시적 변동요인, 충격항(innovation outlier) 등의 이상관측치를 자동적으로 식별할 수 있으며, 그밖에 누락관측치(missing observation), 달력효과 등도 모형에서 분석할 수 있다. SEATS는 시계열 구성요인의 추정치에 대한 오차, 예측 오차, ARIMA 모형의 적합성 여부 검정을 위한 통계량 등을 제공하고 있어 다양한 통계분석이

가능하다. 특히 SEATS 방법은 통계이론에 기초하여 시계열자료의 특징에 적합한 필터를 적용한다는 면에서 X-12-ARIMA 유형의 임의적인 방법과 근본적인 차이가 있다. 이러한 특징은 선정된 모형이 주어진 자료에 얼마나 적합한가에 따라 장점이 될 수도 있으며, 반대로 문제를 초래하기도 할 것이다. 다음 장에서는 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법의 기본적인 특징을 비교하였다.

2.2. X-12-ARIMA와 TRAMO-SEATS의 비교

그 동안 각국 통계기관에서 실제 사용해 왔던 방법을 보면 X-11 유형의 접근법이 가장 널리 받아들여지고 있으나, 학문적인 측면에서는 이와는 반대로 모형접근법의 우월성에 대한 연구가 지배적이었다. 이와 같이 실제 사용에 있어서는 경험적 방법을 보편적으로 적용하고 있는 반면, 학문적인 측면에서는 모형접근법이 갖는 이론적 중요성을 강조하고 있다. 여기에서는 최근까지의 계절조정 방법에 대한 연구결과를 토대로 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법의 특징을 비교한다.

2.2.1. 사전조정 방법: RegARIMA와 TRAMO 계절조정을 하기 위한 첫 단계로 X-12-ARIMA 프로그램과 TRAMO-SEATS 프로그램은 각각 RegARIMA와 TRAMO 방법을 적용하여 사전조정을 시행한다. 두 방법 모두 여러 가지 특이효과를 고려하기 위한 더미변수를 ARIMA 모형에 포함하여 이러한 요인에 대한 점검과 수정을 시행하고, 추정된 모형을 이용하여 예측치를 만들어낸다. 이와 같이 조정된 자료들을 각각 X-11 필터와 SEATS로 보내 계절변동요인을 추출해 낸다. 두 방법 모두 요일효과(trading day), 영업일수(working day), 달력효과 등에 대해 6개의 요일 더미, 평일과 주말에 대한 더미, 월별 날짜의 수 조정을 위한 더미 등 다양한 선택항목을 제공해주고 있으며, 부활절 같은 명절효과에 대해서도 다양한 과급기간 및 과급형태를 점검·추정할 수 있도록 하였다(거래일수의 조정 항목에 대한 옵션 및 명절효과의 과급기간·형태에 대한 설명은 Eo (2009) 참조.).

이러한 사전조정과 예측치 추정을 위해서는 주어진 자료에 적합한 ARIMA모형을 선정해야 한다. TRAMO 프로그램에서는 자동적으로 적분계수(order of integration)에 대한 추정과 ARMA 모형의 차수가 식별되도록 하였으며, 마지막으로 BIC 기준에 따라 최종 모형이 선정되도록 하였다. 이와는 달리 RegARIMA 방법은 사용자가 Ljung-Box 통계량, AIC 기준 등을 토대로 프로그램에 주어진 표준모형 중에서 가장 적합한 모형을 선택하도록 하였다. 두 방법 모두 다양한 ARIMA 모형을 대상으로 모형을 선정하도록 하고 있는데, 표준모형이 모두 기준에 부합하지 않는 경우 사용자가 새로운 모형을 선정할 수 있다.

모형 식별·선정 과정에 약간의 차이를 나타내기는 하지만, 두 방법은 근본적으로 같은 통계기법을 기초로 하여 사전조정을 시행한다는 측면에서 거의 같은 특징을 갖고 있다. 다만 TRAMO가 더 많은 사전조정 옵션을 제공하고 있으며, 모형선정이 자동적으로 이루어진다는 점에서 사용이 더 편리한 것으로 인식되고 있다.

2.2.2. 계절요인 추출방법: X-11 필터와 SEATS 계절조정을 하기 위한 둘째 단계에서 X-12-ARIMA와 TRAMO-SEATS는 각각 X-11 필터와 SEATS 방법을 적용한다. 전자는 일련의 이동평균필터를 반복 적용하는 경험적인 방법인 반면, 후자는 신호추출법의 이론을 적용하여 비관측 요인을 분해하는 방법이다. 이를 위해 SEATS에서는 Wiener-Kolmogorov 필터를 이용하여 구성요인에 대한 최소평균제곱오차(MMSE; minimum mean squared errors) 추정치를 도출하는 방법을 사용한다.

SEATS에서 사용되는 Wiener-Kolmogorov 필터도 식 (2.11)에 나타난 것과 같이 X-11 필터와 유사한 이동평균필터로 표현된다는 면에서는 비슷한 형태를 갖는다. 또한 WK 필터를 주파수 영역으로 분석하

면 X-11과 유사한 주파수 영역역과(band pass) 구조를 갖고 있다. 식 (2.6)에서 비계절요인, 계절요인과 원자료에 대한 스펙트럼을 각각 $s_n(\omega)$, $s_s(\omega)$, $s_y(\omega)$ 라 하면, WK 필터를 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$v_s(\omega) = \frac{s_s(\omega)}{s_y(\omega)} = \frac{1}{1 + s_n(\omega)/s_s(\omega)}. \quad (2.12)$$

이 식으로부터 특정 주기 ω^* 에서 계절요인의 변동이 상대적으로 큰 경우 $s_n(\omega^*)/s_s(\omega^*) \approx 0$ 이 되고, 따라서 $v_s(\omega^*) \approx 1$ 이 되므로 계절변동의 신호로 관측자료의 스펙트럼이 그대로 사용된다는 것을 알 수 있다. 반대로 계절요인의 변동이 상대적으로 작은 경우에는 $s_n(\omega^*)/s_s(\omega^*) \rightarrow \infty$, $v_s(\omega^*) \approx 0$ 이 되어 WK 필터에 의해 그 주기에서의 계절신호는 없는 것으로 분석된다.

이동평균필터 측면에서 X-11 필터와 WK 필터를 분석하면 이와 같이 비슷한 패턴을 갖는다는 것을 알 수 있다. 그러나 WK 필터는 시계열자료의 통계적 특징을 분석하는 과정에서 도출되는 반면, X-11 필터는 임의적으로 적용되는 것이라는 측면에서 중요한 차이가 있다. 즉 Burridge와 Wallis (1984)에서 지적된 바와 같이 WK 필터는 MMSE 필터의 기능을 갖고 있는 데 반해 X-11 필터는 이론적으로 그런 기능을 수행한다는 보장이 없다. 또한 Planas (1996)의 분석결과에서 볼 수 있듯이 두 필터가 비슷한 주파수 영역역과 구조를 갖고 있음에도 불구하고 X-11 필터의 경우 단기변동에 민감한 변화를 나타내는 경우가 발생한다.

3. 계절조정방법의 적합성 비교

계절조정방법이 얼마나 적합한가를 평가하는 분석도구의 개발은 최적 계절조정방법에 대한 연구와 함께 통계·계량관련 문헌에서 오랫동안 중요한 연구과제로 논의되어 왔다. 그러나 계절요인은 직접 관측이 불가능하기 때문에 이에 대한 비교·평가를 시행하기가 쉽지 않다. 특히 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEAT 방법과 같이 기본적으로 서로 다른 접근방법에 기초하고 있는 경우, 객관적 평가기준을 설정하기가 어렵다. 여기에서는 계절조정 방법이 갖추어야 할 이론적·실증적 특성을 토대로 계절조정방법의 적합성 비교 및 평가를 위한 본 연구의 실증적 분석기준을 제시하고, 계절조정방법의 비교분석에 대한 기존 연구결과를 간략히 정리한다.

3.1. 계절조정방법의 비교기준

계절조정방법의 적합성 비교 및 평가를 위한 실증적 분석기준으로는 구간이동·계절조정자료 수정·떡등성 등의 지표가 가장 널리 사용되고 있다. 구간이동이나 계절조정자료 수정 분석은 어떤 한 시점의 자료에 대한 계절조정계열이 분석대상 기간에 따라 얼마나 달라지는가를 비교하는 계절조정방법의 안정성 측면을 점검하는 도구이며, 떡등성은 계절조정된 자료에 추가적인 계절요인이 얼마나 남아 있는지를 파악하는 분석기법이다.

3.1.1. 구간이동(sliding span) 분석 구간이동 분석은 시계열자료의 전체기간을 중복되는 k 개의 부분구간으로 나누어 각각에 대해 계절조정을 시행한 후, 중복되는 시점의 자료에 대한 계절조정 결과가 얼마나 달라지는가를 분석하는 방법이다. 특히 계절요인의 추정치 및 계절조정계열의 전기비 등이 얼마나 안정적인가를 점검함으로써 계절조정방법의 안정성을 분석하는 방법이다. 즉 시계열자료의 전체기간(1980년 I분기~2009년 IV분기)을 그림 3.1과 같이 4개의 구간으로 나누어 계절조정을 시행하고, 이 중 k 번째 구간을 이용하여 추정된 i 년 j 분기의 계절요인 $S_{i,j}(k)$ 가 각 구간별로 얼마나 차이가 나는가를 서로 중복되는 기간에 대해 비교한다.

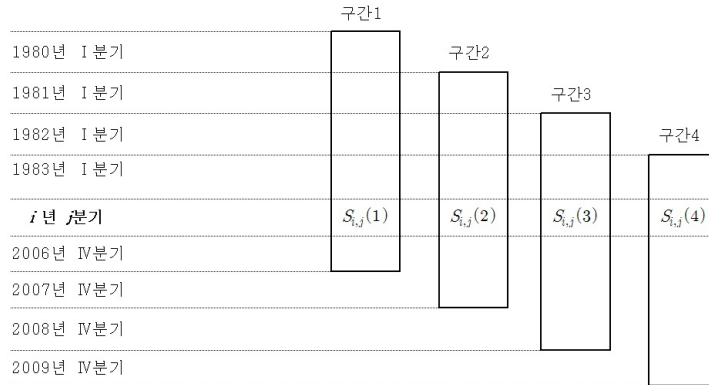


그림 3.1. 구간이동 분석의 예(자료: 이한식, 2002, p.188, 참조)

표 3.1. 구간이동 분석의 안정성 판단 기준

$S(\%), QQ(\%)$	조정의 필요성
$S(\%) \leq 15, QQ(\%) \leq 40$	만족
$15 < S(\%) \leq 25, QQ(\%) \leq 40$	어느 정도 만족
$S(\%) > 25, QQ(\%) > 40$	재조정 필요

자료: Findley 등 (1990) 및 이공희 (1998) 참조.

주: $S(\%), QQ(\%)$ 는 각각 중복 산출되는 기간에 대해서 $SP_{i,j}$ 와 $MMP_{i,j}$ 가 3% 이상인 분기의 비율.

안정성 평가를 위한 지표로는 이들 사이의 최대퍼센트편차(MPD; maximum percentage difference)가 사용된다.

$$SP_{i,j} = \frac{\text{Max } |S_{i,j}(k)| - \text{Min } |S_{i,j}(k)|}{\text{Min } |S_{i,j}(k)|}, \tag{3.1}$$

여기서 $SP_{i,j}$ 가 작을수록 계절조정방법이 안정적이라 할 수 있다. 계절요인에 대한 $SP_{i,j}$ 지표와 마찬가지로 계절조정계열의 전기비에 대해서도 MPD를 구할 수 있는데 이를 $MMP_{i,j}$ 라 한다. 안정성 여부를 평가하기 위해서는 중복 산출되는 기간에 대해서 $SP_{i,j}$ 와 $MMP_{i,j}$ 가 3% 이상인 분기의 비율을 각각 산출하고, 이를 Findley 등 (1990)에서 제시된 표 3.1의 판단 기준과 비교하는 방법이 적용된다.

3.1.2. 계절조정자료 수정(revision history) 분석 계절조정이 적합하게 된 경우에는 새로운 통계자료가 추가되더라도 기존 계절조정계열의 변화가 크지 않아야 할 것이므로, 이를 점검하는 계절조정자료 수정 분석이 안정성에 대한 진단방법으로 사용될 수 있다. 이는 다음의 평균 절대값 퍼센트 수정(MAPR; mean absolute percentage revision)으로 측정되며, MAPR 값이 작을수록 안정성이 높은 계절조정방법이라고 할 수 있다.

$$MAPR = \frac{1}{(T - T_0)} \sum_{t=T_0}^{T-1} \left| \frac{A_{t/T} - A_{t/t}}{A_{t/t}} \right| \times 100, \tag{3.2}$$

여기에서 $A_{t/t}$ 는 t 기까지의 원계열(Y_1, \dots, Y_t)을 이용하여 구한 t 시점의 계절조정계열로 동시조정(co-current adjustment) 계열이라 부른다. $A_{t/T}$ 는 t 시점에서의 예측치 대신 T 기까지의 실제자료($Y_1, \dots, Y_t, \dots, Y_T$)를 이용하여 구한 가장 최근 시점에서의 t 시점 관측치에 대한 계절조정(most recent or final adjustment) 계열로, 그림 3.2는 이들의 관계를 간략히 나타낸 것이다. 이와 같이 계절조정계열에

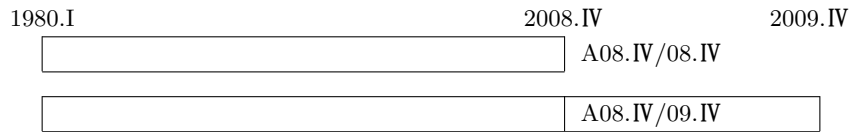


그림 3.2. 계절조정자료 수정 분석 방법(자료: 이한식, 2002, p.190, 참조)

대한 수정의 정도 이외에 계절조정계열의 전기비, 추세순환요인에 대한 추정치를 얼마나 수정하게 되는가를 비교하는 것도 안정성의 분석지표로 사용되고 있다.

3.1.3. 먹등성 분석 계절조정이 적합하게 되었다면 계절조정계열에는 더 이상의 계절요인이 남아있지 않아야 할 것이다. 계절조정방법의 먹등성은 임의의 시계열자료에 대한 계절조정계열과 이에 대해 다시 한번 계절조정을 시행한 계열 사이의 차이를 살펴봄으로써 계절조정의 적합성을 파악하는 기준으로 다음의 평균제곱편차가 사용될 수 있다.

$$r = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_{t,SA1} - Y_{t,SA2})^2, \quad (3.3)$$

여기서 $Y_{t,SA1}$ 과 $Y_{t,SA2}$ 는 각각 Y_t 에 대한 계절조정계열과 Y_t 에 대해 두 번 계절조정을 시행한 계열($Y_{t,SA1}$ 의 계절조정계열)을 나타낸다. 그러나 이와 같이 평균제곱편차를 사용하는 경우, 먹등성 지표의 값이 자료의 측정단위에 따라 크게 달라지게 되어 추정 결과에 대한 해석이 어렵다는 문제가 발생한다. 따라서 측정 단위에 의존하지 않는 상대적 기준으로 편차 비율을 이용하는 방법이 적합할 것이다. 이를 위해 편차 비율의 제곱 평균 또는 절대값 평균 등을 고려해 볼 수 있으나, 본 연구에서는 다음의 평균 절대값 퍼센트를 이용하여 먹등성 지표를 도출하였다.

$$r(\%) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \frac{Y_{t,SA1} - Y_{t,SA2}}{Y_{t,SA1}} \right| \times 100. \quad (3.4)$$

이와 같이 계절조정계열 사이에 나타나는 편차 비율의 절대값을 이용하는 방법은 구간이동, 계절조정자료 수정 등 안정성 분석을 위해 널리 사용된다.

3.2. 계절조정방법의 비교분석에 대한 기존 연구

다른 계절조정방법들에 대한 비교분석은 통계·계량관련 문헌에서 오랫동안 중요한 연구과제로 논의되어 왔다. 먼저 X-11 방법, X-11-ARIMA 방법, X-12-ARIMA 방법 등에 대해 분석한 Janssen (1997)의 결과를 보면 X-12-ARIMA 방법이 기존 X-11 유형의 계절조정기법 중에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 또한 한국자료에 대해 분석한 기존 연구에서도 X-12-ARIMA 방법이 X-11-ARIMA 방법보다 안정성 면에서 더 좋다는 결론을 내리고 있다.

또한 최근 Eurostat의 연구진을 중심으로 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEAT 방법에 대해 이론적 분석 및 모의실험 등을 이용한 비교연구가 활발하게 진행되고 있다. Fischer (1995)는 TRAMO-SEATS가 이론적 모형에 근거하기 때문에 X-12-ARIMA보다 과대 혹은 과소 조정의 위험성이 적다는 면에서 더 정교한 방법일 뿐만 아니라, 계절조정의 적합성을 판단하는 통계적 기준을 비롯하여 추정치의 오차와 같은 부가적인 정보를 제공해주기 때문에 실제 사용에서도 더 유용한 프로그램으로 평가하고 있다. 또한 유럽 여러 나라의 경제시계열을 대상으로 한 실증분석 결과에서도 TRAMO-SEATS가 모형설정 및 먹등성 및 안정성 측면에서 우수한 것으로 나타났다. 그밖에 ARIMA모형의 자동 선택과정, 전환점을 감지해내는 능력 등의 측면에서 TRAMO-SEATS가 X-12-ARIMA보다 우월한 것으로 나타났다.

Dosse와 Planas (1996a), Planas (1997)는 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법에서 계절요인을 추출하기 전에 적용하는 사전조정 과정인 RegARIMA와 TRAMO에 대한 비교분석을 시행하였다. 모형선정 과정에서 약간의 차이가 있으나 사전조정을 위한 통계분석기법은 기본적으로 동일한 것으로 분석되었다. 다만 TRAMO가 사전조정 단계의 옵션 기능을 더 많이 제공하고 있으며, 모형선정이 자동적으로 이루어지고 작업 수행시간이 훨씬 빠르다는 측면에서 더 우수하다는 결론을 도출하였다. 그러나 이들의 비교 역시 X-12-ARIMA의 초기 프로그램을 이용한 것으로, 그 후 Findley 등 (1998)과 함께 공표된 공식 프로그램에서는 이러한 점들에 대한 보완이 이루어졌기 때문에 여기에 대한 추가적인 분석이 필요하다.

Planas (1996)와 Dosse와 Planas (1996b)는 두 프로그램에서 계절요인을 추출하는 과정인 X-12-ARIMA의 필터와 SEATS 방법에 대한 비교분석을 시행하였다. Planas (1996)는 SEATS에서 사용되는 Wiener-Kolmogorov 필터도 X-11 중심 필터와 같이 대칭 이동평균필터로 표현된다는 면에서 비슷한 형태를 갖는다는 것과 이를 주파수 영역여과(band pass) 구조로 분석하는 경우에도 비슷한 특징을 갖는다는 것을 분석하였다. 그러나 WK 필터가 시계열자료의 통계적 특징을 분석하는 과정에서 도출되는 데 반해 X-11 필터는 임의적으로 적용되는 필터라는 면에서 실증분석 측면에서 차이를 나타낼 수 있음을 지적하였다. 프랑스의 수출입 자료를 대상으로 계절조정자료 수정 분석을 이용해 안정성을 비교한 Dosse와 Planas (1996b)의 결과에 따르면 X-12-ARIMA 방법이 TRAMO-SEATS 방법보다 계절조정 계열에 대한 수정과정에서 더 빠른 수렴속도를 보였으나 대부분의 경우 후자가 전자보다 작은 수정을 나타내는 것으로 분석되었다.

그러나 기존의 결과는 대부분 유럽의 자료를 대상으로 한 것으로, 우리나라 자료에 대해서도 이러한 결과를 직접 적용할 수는 없을 것이다. 실제로 한국의 주요 거시경제지표에 대해 두 방법을 비교한 이한식 (2002)은 분석대상 자료에 약간 다른 결과를 보이기는 하지만 전체적으로 X-12-ARIMA 방법이 TRAMO-SEATS 방법보다 다소 우월하다는 결과를 제시하였다. 이와는 달리 한국의 생산·지출·고용 관련 월별 자료에 대해 X-11 필터와 SEATS 필터를 비교한 Eo (2009)에 의하면, 두 방법 모두 계절조정의 적합성·안정성이 우수한 것으로 나타났지만 그 중 SEATS 필터가 X-11 필터보다 더 적합한 특징을 보이는 것으로 분석되었다.

이론적인 측면에서는 엄격한 통계이론에 바탕을 둔 TRAMO-SEAT 방법이 우수한 것으로 분석되고 있으나, 실증적인 측면에서는 분석대상 자료의 특징에 따라 그 결과가 달라지므로 이들 사이의 우열을 판단하기는 쉽지 않다. 또한 Sutcliffe (1999)가 지적한 바와 같이 이 두 방법의 경우 기본적으로 서로 다른 접근방법에 기초하고 있기 때문에 객관적인 기준을 설정하기가 어렵다. 특히 분석대상 시계열이 구조변화를 나타내는 경우, 각 자료의 시점에 따라 부분필터(local filter)를 적용하는 X-12-ARIMA 방법이 전체 자료에 대해 선정된 모형(global stochastic model)을 대상으로 분석하는 TRAMO-SEATS 방법보다 더 유용한 것으로 나타날 수 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 경제시계열에 나타날 수 있는 구조변화를 고려하여, 주요 거시경제지표를 구간별로 나눈 자료를 대상으로 계절조정계열을 산출함으로써 분석대상 자료의 특징에 따라 달라지는 실증적인 측면에서의 차이에 대해 재조명하고자 한다. 다음의 제IV장에서는 이들 두 방법 중 어느 것이 우리 자료에 더 적합한가를 살펴보기 위한 실증분석을 위해 한국의 경제시계열자료를 대상으로 두 방법을 각각 적용해 보고자 한다.

4. 한국 경제시계열에 대한 계절조정방법의 비교

계절조정방법의 적절성을 평가하기 위한 분석도구의 개발은 최적 계절조정방법에 대한 연구와 함께 통계·계량관련 문헌에서 오랫동안 중요한 연구과제로 논의되어 왔다. 그러나 계절요인은 직접 관측이 불가능하기 때문에 이에 대한 비교·평가 기준을 설정하기가 쉽지 않을 뿐만 아니라, 객관적 기준을 적용하

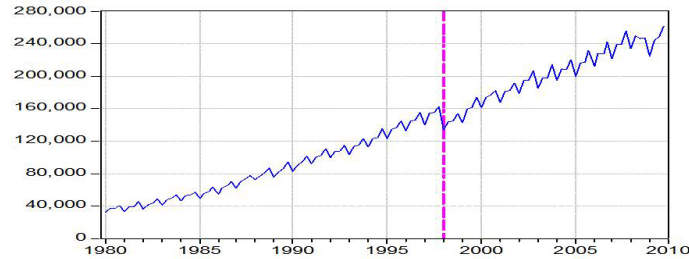


그림 4.1. GDP 자료의 시계열 추이

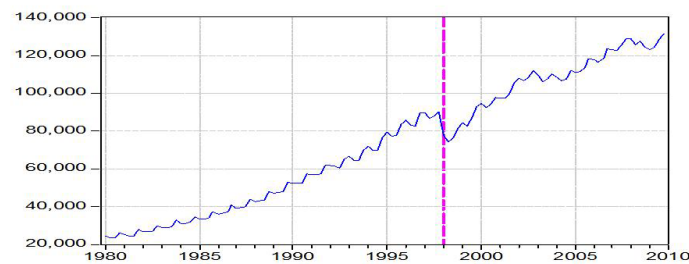


그림 4.2. 소비지출 자료의 시계열 추이

여 다양한 계절조정 프로그램을 직접 비교하는 것은 무리가 있다. 본 연구에서는 이러한 한계를 고려하여 계절조정의 적합성 평가기준으로 많이 사용되고 있는 실증적 비교기준을 적용하여 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법에 대한 비교분석을 시도하고자 한다. 여기에서는 먼저 분석에 사용될 자료의 특징 및 분석 방법에 대해 소개하고, 앞에서 소개한 평가 기준을 중심으로 두 방법을 비교한 결과에 대해 논의한다.

4.1. 분석자료

본 연구에서는 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEAT 방법의 적합성 분석에 관한 기존 연구와의 비교를 위해 이한식 (2002)에서 사용된 한국의 소득, 소비지출, 통화량, 물가 등 주요 거시경제지표를 대상으로 1980년 1분기~2009년 4분기 동안의 분기자료를 분석했다(이한식 (2002)에서 분석된 자료 중 GDP, 소비지출, 통화량(M2), CPI, 수출, 수입, 실업률 등을 대상으로 하였으며, 수출입 자료의 경우 1990년 1분기부터의 시계열이 사용되었다.). 그림 4.1~4.7에 제시된 이들 자료의 추이를 보면 통화량과 물가 시계열 이외에는 대부분 강한 계절성을 띄고 있으며, 또한 1997년의 외환위기 기간을 전후하여 추세 변화를 나타내고 있음을 확인할 수 있다.

먼저 소득(GDP) 자료를 시계열 도표로 나타낸 그림 4.1에서 1997년의 외환위기 이후에 GDP가 급격히 감소했음을 볼 수 있다. 그림 4.2의 소비 자료도 동일한 형태의 추이 및 구조변화를 보이는 것으로 분석되었다. 그림 4.3에 제시된 물가(CPI) 자료의 경우, 1997년까지 나타나던 상승추세가 1998년 이후 약간 꺾이는 형태를 보이는 것으로 나타났다. 이에 따라 이들 자료에 대해서는 전체 기간에 대한 분석 이외에 1980년 1분기~1997년 4분기와 1998년 1분기~2009년 4분기의 두 구간으로 나누어 각 기간에 대한 계절조정 자료를 도출하였다(이와 같이 그래프에 의해 관찰되는 우리나라 거시경제지표의 구조 변화 현상은 이들 자료들에 대해 Perron (1997)의 접근법을 적용한 Harvie와 Pahlavani (2006)의 분

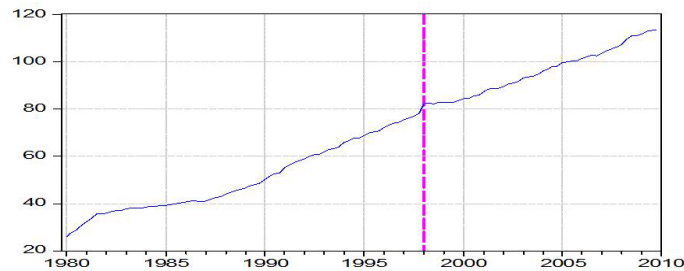


그림 4.3. 물가(CPI) 자료의 시계열 추이

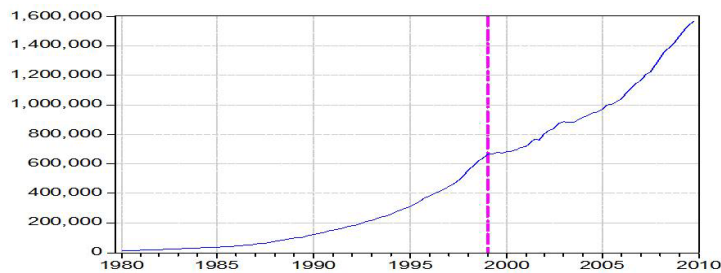


그림 4.4. 통화량(M2) 자료의 시계열 추이

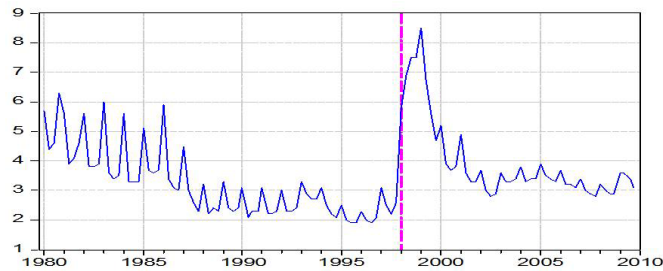


그림 4.5. 실업률 자료의 시계열 추이

석결과와 일치한다. 또한 본 연구에서의 계절변동조정을 위한 모형선정 과정에서도 같은 시점(1998년 1분기)에서 수준변화(level shift)의 이상관측치(outlier)가 식별되는 것으로 분석되었다. GDP, 소비지출, 수입 자료의 경우, 계절변동조정을 위한 모형선정 과정에서 1998년 1분기이외에 2008년 4분기에도 (-)의 수준변화 이상관측치가 감지되었으나 이를 기준으로 구간을 세분하면 시계열이 너무 짧아 계절변동조정 필터를 적용할 수 없기 때문에 2008년 4분기의 구조변화는 고려하지 않았다.

통화량(M2)의 시계열의 그래프로 나타낸 그림 4.4에 의하면, 통화량의 경우 1998년 4분기를 기준으로 그 증가추세가 낮아지는 형태를 보이고 있어 1980년 1분기~1998년 4분기와 1999년 1분기~2009년 4분기의 구간에 대해 계절조정 자료를 도출할 필요가 있는 것으로 분석되었다. 실업률은 그림 4.5에서 볼 수 있는 것과 같이 외환위기 이후의 급격한 경기 침체에 따라 1998년 1분기 이후 크게 상승하였는데, 계절변동조정을 위한 모형선정 과정에서도 동일한 시점의 수준변화가 감지되었다.

또한 그림 4.6을 보면, 외환위기 이후에 소득·소비 등의 급격한 감소와 함께 수입도 크게 감소한 것으로 나타났다. 이와는 달리 그림 4.7에 제시된 수출의 경우, 2000년 3분기까지 지속적인 증가추세를 보

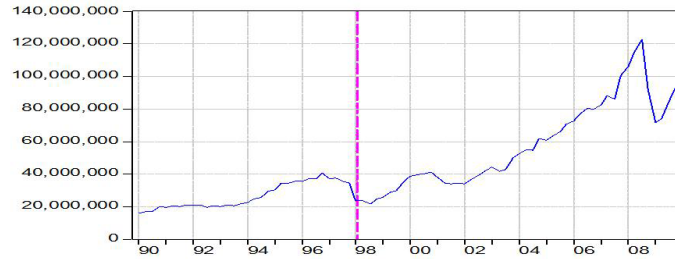


그림 4.6. 수입 자료의 시계열 추이

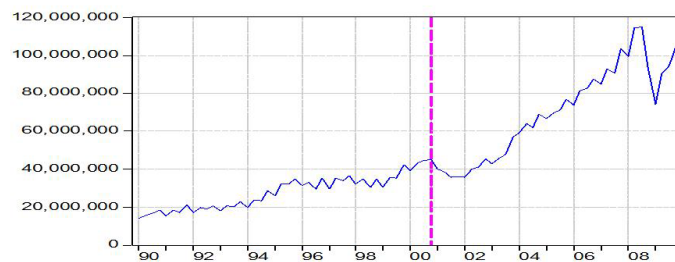


그림 4.7. 수출 자료의 시계열 추이

이다가 2000년 4분기 이후 증가추세가 크게 꺾이는 형태를 보이고 있다. 수입과 수출 자료의 계절변동조정을 위한 모형선정 과정에서도 각각 1998년 1분기 및 2000년 3분기의 수준변화가 감지되어 이들 시점을 기준으로 전체기간을 구분하여 계절조정 자료를 도출하였다(이러한 결과는 Harvie와 Pahlavani (2006)의 분석과는 일치하지만, 수입의 경우 1997년 3분기, 수출의 경우 1996년 3분기를 구조변화의 시점으로 추정한 김애영 (2009)의 결과와는 다른 것으로 나타났다.).

이와 같이 분석대상 자료가 구조변화를 나타내는 경우, 전체 시계열에 대한 ARIMA 모형의 선정에 오류가 발생할 가능성이 높아진다. 이 때 전체 기간을 대상으로 하나의 모형을 선정하고 이를 토대로 계절조정을 시행하면 ARIMA 모형의 오류로 인해 사전조정 및 예측치 추정이 잘못될 수가 있다. 이 경우 계절조정의 안정성이 낮아지게 되고, 이에 따라 계절조정방법의 비교 결과가 달라진다. 따라서 이러한 구조변화를 고려하여 주요 거시경제지표를 구간별로 나눈 자료를 대상으로 계절조정계열을 산출함으로써 분석대상 자료의 특징에 따라 달라지는 실증적인 측면에서의 차이에 대해 재조명해 볼 필요가 있다.

4.2. 분석방법 및 프로그램

본 연구에서는 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법의 비교를 위해 두 계절조정기법을 모두 적용할 수 있는 X-13A-S 프로그램을 사용했다. X-13A-S 프로그램은 미국 통계국(Census Bureau)에서 기존의 X-12-ARIMA 방법에 TRAMO의 모형자동선정 기능과 SEATS 필터를 함께 사용할 수 있도록 하여 두 계절조정기법을 모두 적용할 수 있는 공유(interface) 프로그램으로 개발한 것이다(여기에서 사용한 X-13A-S 프로그램은 WinX12i 버전(2008년 5월)으로 미국 통계국의 website (<http://www.census.gov/srd/www/winx12>)에서 다운 받을 수 있다. X-13A-S 프로그램의 개발배경 및 사용방법에 대한 자세한 내용에 대해서는 Monsell 등 (2003), Findley (2005), Feldpausch (2009) 등 참조.). 특히 X-13A-S 프로그램에서는 요일효과·명절효과·이상관측치 등의 사전조정 기능과 모형선

표 4.1. 모형선정 결과

자료	선정 모형			
	전체기간		기간 I	기간 II
GDP	(0 1 1)	(0 1 1)	(0 1 1) (0 1 0)	(0 1 1) (0 1 1)
소비지출	(2 1 2)	(0 1 1)	(0 1 1) (0 1 0)	(1 1 0) (0 1 1)
CPI	(1 1 1)	(0 1 1)	(0 1 1) (0 1 1)	(0 1 0) (0 1 1)
M2	(1 1 1)	(1 0 0)	(0 1 1) (0 1 1)	(0 1 0) (0 1 1)
실업률	(0 1 1)	(0 1 1)	(0 1 0) (0 1 1)	(0 1 1) (0 1 1)
수입	(1 1 0)	(1 0 1)	(1 2 0) (0 0 0)	(1 1 0) (1 0 1)
수출	(1 1 1)	(0 1 1)	(0 1 0) (0 1 1)	(0 1 1) (0 1 1)

주: 각 모형에 대한 수치들은 각각 $(p, d, q) \times (P, D, Q)_4$ 형태의 계절 ARIMA모형에 대한 p, d, q, P, D, Q 값들을 차례대로 나타냄.

정 과정을 동일하게 만들어 똑같은 ARIMA 모형을 선정한 후 X-11 또는 SEATS 필터를 적용하게 하였다. 따라서 이 경우 두 계절조정방법은 모형선정(RegARIMA과 TRAMO)에서는 차이를 나타나지 않으며, 계절요인 분해방법(X-11과 SEATS)에 따라 서로 다른 계절조정 자료를 산출한다.

사실 Dosse와 Planas (1996a)와 Hylleberg (2006)가 언급한 바와 같이 사전조정과 모형선정의 기본 원리는 두 계절조정방법이 거의 동일하며, X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법의 근본적인 차이는 X-11 필터와 SEATS 필터의 계절요인 분해방법에서의 차이에 기인한다. 따라서 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO의 모형선정 기능 및 SEATS 필터를 결합한 X-13A-S 프로그램은 이동평균에 기초한 X-11 필터의 실증적 적합성과 계량모형에 기초한 SEATS 방법의 이론적 적합성을 직접 비교하는 데 유용한 프로그램이라 할 수 있다(두 계절조정기법을 비교한 이한식 (2002), 김태훈 (2006) 등의 기존 연구에서 사용된 DEMETRA 프로그램도 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법을 모두 적용할 수 있는 공유 프로그램이다. X-13A-S와 달리 DEMETRA는 사전조정 및 모형선정 단계에서부터 RegARIMA 방법과 TRAMO 방법을 따로 적용하도록 구성되어 있어 두 계절조정기법의 차이가 모형선정에서 기인하는 것인지 계절요인 분해방법의 차이에 기인하는 것인지 구분할 수 없는 문제가 있다. DEMETRA 프로그램의 사용방법에 대해서는 Eurostat (2000, 2002) 참조.).

X-13A-S 프로그램을 우리나라의 자료에 적용하기 위해서는 한국 고유의 시계열 특성을 분석해야 한다. 특히 월별 요일변화 이외에 태음력의 사용으로 인해 해마다 바뀌게 되는 설·추석 등 고유의 명절에 대한 날짜 및 이에 적합한 파급효과의 패턴을 분석하기 위한 회귀모형이 필요하다. 본 연구에서는 우리 고유의 공휴일(country specific holiday) 효과를 분석하기 위해 NSO-CIS 프로그램을 이용하였다(NSO-CIS 프로그램은 통계청 (2005)에서 개발된 것으로, 이의 사용법과 한국 고유의 달력효과 분석에 관한 논의는 Eo (2009) 참조.). 공휴일 효과 추정을 위한 모형선정을 위해서는 두 종류의 가중치(Bell과 Hillmer, Dagum)와 3일~10일까지의 파급효과 지속기간을 고려한 16개 회귀모형을 대상으로 AICC 기준을 적용하여 공휴일 효과의 기간과 형태를 선정하도록 하였다. 이 과정에서 ARIMA모형의 선정·추정과 함께 요일효과·명절효과·이상관측치 등이 식별된다.

4.3. 적합성 비교결과

한국의 경제시계열에 대해 계절조정을 시행하기 위한 첫 단계로 X-13A-S의 자동 모형선정 기능에 의해 선택된 각 거시경제지표에 대한 모형은 표 4.1에 정리되었다(ARIMA모형의 선정과정에 오류가 발생하면 계절조정이 불안정하게 되고, 이에 따라 두 방법의 비교 결과가 달라지므로 추후 적합한 모형선정에 대한 체계적인 분석이 뒷받침되어야 한다. 특히 우리 자료의 특성에 맞는 계절요인을 적절히 제거하

표 4.2. 계절요인 추정치에 대한 구간이동 분석(S%)

자료	TRAMO-SEATS			X-12-ARIMA		
	전체기간	기간 I	기간 II	전체기간	기간 I	기간 II
GDP	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%
소비지출	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
CPI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
M2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
실업률	1.4%	9.4%	0.0%	6.9%	14.1%	0.0%
수입	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
수출	0.0%	0.0%	7.1%	0.0%	0.0%	0.0%

표 4.3. 계절요인 추정치에 대한 구간이동 분석(MPD 75분위값)

자료	TRAMO-SEATS			X-12-ARIMA		
	전체기간	기간 I	기간 II	전체기간	기간 I	기간 II
GDP	0.228	0.988	0.155	0.225	1.155	0.209
소비지출	0.169	0.176	0.130	0.257	0.400	0.151
CPI	0.057	0.126	0.141	0.067	0.130	0.154
M2	0.134	0.268	0.287	0.171	0.236	0.323
실업률	1.417	1.887	1.387	1.767	2.854	1.296
수입	0.445	0.413	0.449	0.698	0.788	0.942
수출	0.403	1.324	2.695	0.276	1.567	1.513

기 위해서 명절효과의 파급기간 및 패턴 등 다양한 사전조정 요인에 대한 통계적 방법과 이에 대한 옵션선택에 관한 체계적인 연구가 지속되어야 한다.). 이 단계에서 선정된 ARIMA모형을 이용하여 X-11 필터 또는 SEATS 필터를 적용하면 계절변동조정을 시행할 수 있다. 이와 같이 두 계절조정방법에 의해 도출된 계절조정자료를 대상으로 안정성·역동성 등의 기준을 적용하여 한국 경제시계열의 계절조정 에 어느 방법이 더 적합한지에 대한 비교 분석을 시행할 수 있다.

4.3.1. 구간이동 분석 구간이동 분석을 위해서 전체자료를 1년 간격의 4개의 부분구간으로 나누는 다음, 중복되는 기간에 대해 $SP_{i,j}$ 와 $MMP_{i,j}$ 를 각각 계산하였다. 예를 들어 1980년 1분기에서 2009년 4분기까지의 시계열이 사용된 GDP의 경우, 전체 자료를 1980년 1분기~2006년 4분기, 1981년 1분기~2007년 4기, 1982년 1분기~2008년 4분기, 1983년 1분기~2009년 4분기로 나누어 계절조정을 시행한 후 중복되는 자료에 대해 도출된 $SP_{i,j}$ 와 $MMP_{i,j}$ 의 차이가 3% 이상인 분기의 비율 $S(\%)$ 와 $QQ(\%)$ 를 산출하였다. 다른 자료와 세부구간에 대한 구간이동 분석도 동일한 방법으로 시행하였다.

계절변동 요인에 대한 추정이 얼마나 안정적인가를 나타내는 $SP_{i,j}$ 에 대한 표 4.2의 결과를 보면 두 방법 모두 매우 만족할 만한 수준인 것으로 분석되었다. 특히 실업률 자료를 제외하면 모든 시계열에 대해 $SP_{i,j}$ 의 차이가 3% 이상인 관측치가 전혀 없는 것으로 나타났으며, 실업률 자료도 안정성 판단기준($S \leq 15\%$)을 쉽게 충족시키는 것으로 분석되었다.

그러나 이와 같이 구간이동 분석의 통상적인 지표인 $S(\%)$ 의 값이 0에 가까운 경우, 이를 기준으로 두 방법을 비교하기 어렵다는 문제가 있다. 이를 보완하기 위한 지표로 최대퍼센트편차(MPD)로 정의되는 $SP_{i,j}$ 의 분포를 직접 이용할 수 있다. 여기에서는 X-13A-S 프로그램의 안정성 진단(stability diagnostics) 기능에서 제공하는 MPD의 75분위값(percentile)을 적용하였다. 표 4.3의 결과를 보면 두 방법 모두 MPD의 75분위값이 3%보다 작아 매우 안정적인 것을 알 수 있다. 전체기간을 대상으로 하는 경우, GDP와 수출 자료에 대해서는 X-12-ARIMA 방법이 약간 우월한 것으로 나타났으며, 다른 자료에 대해

표 4.4. 계절조정계열 전기비에 대한 구간이동 분석(QQ%)

자료	TRAMO-SEATS			X-12-ARIMA		
	전체기간	기간 I	기간 II	전체기간	기간 I	기간 II
GDP	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.2%	0.0%
소비지출	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
CPI	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
M2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
실업률	5.6%	14.3%	7.7%	11.3%	20.6%	5.1%
수입	14.1%	0.0%	0.0%	15.5%	0.0%	0.0%
수출	0.0%	6.5%	29.6%	0.0%	9.7%	7.4%

표 4.5. 계절조정계열 전기비에 대한 구간이동 분석(MPD 60분위값)

자료	TRAMO-SEATS			X-12-ARIMA		
	전체기간	기간 I	기간 II	전체기간	기간 I	기간 II
GDP	0.285	0.553	0.166	0.302	0.920	0.257
소비지출	0.044	0.024	0.129	0.100	0.211	0.152
CPI	0.070	0.031	0.208	0.049	0.088	0.192
M2	0.037	0.303	0.252	0.149	0.132	0.363
실업률	0.646	0.763	1.015	0.877	1.370	1.422
수입	1.789	0.538	0.546	1.661	0.855	0.636
수출	0.305	1.528	2.016	0.170	1.664	1.417

서는 TRAMO-SEATS 방법의 MPD 75분위값이 더 작게 추정되었으나 그 차이는 미미한 것으로 분석되었다. 따라서 보다 정확한 평가를 위해서는 이러한 추정치의 차이가 통계적으로 유의한 것인가에 대한 분석기준이 마련되어야 할 것이다.

한편 세부구간을 대상으로 분석한 결과에 의하면, 특히 GDP 자료에 대해서는 TRAMO-SEATS 방법에 더 유리한 결과가 도출되었다. 이러한 결과는 구조변화를 고려하여 세부구간을 대상으로 계절조정을 시행하면 전체 기간에 비해 TRAMO-SEATS 방법에 상대적으로 더 유리한 결과가 도출된다는 본 연구의 관측과는 일치하는 것으로 분석된다. 다른 자료들에 대해서는 분석 기간에 따라 약간 차이를 보이지만 전체적으로 TRAMO-SEATS 방법의 MPD 75분위값이 더 작게 추정되어 X-12-ARIMA 방법에 비해 안정성이 높은 것으로 분석되었다.

또한 계절조정계열의 전기비에 대한 구간이동 분석 결과 역시 분석대상 자료에 따라 약간의 차이를 나타내고 있으나, 전체적으로 두 방법 모두 안정적인 것으로 분석되었다. 구체적으로 표 4.4에 제시된 QQ(%) 값을 보면 실업률과 수입 자료 이외에는 모든 시계열에 대해 $MMP_{i,j}$ 의 차이가 3% 이상인 관측치가 전혀 없는 것으로 나타났으며, 실업률과 수입 자료도 안정성 판단기준($QQ \leq 40\%$)을 만족시키는 것으로 분석되었다.

앞에서와 같이 통상적인 구간이동 분석지표의 값이 0에 가까운 자료에 대해서는 MPD의 분포를 이용할 필요가 있는데, 이 경우에는 X-13A-S 프로그램의 안전성 진단지표인 60분위값을 적용하였다. 표 4.5의 결과를 보면 두 방법 모두 MPD의 60분위값이 3%보다 작아 매우 안정적인 것을 알 수 있다. 전체기간의 경우 물가와 수출·수입 자료에 대해서 X-12-ARIMA 방법의 60분위값이 더 작게 추정되었으며, 다른 자료에 대해서는 TRAMO-SEATS 방법이 약간 더 우월한 것으로 분석되었다.

그러나 세부구간을 대상으로 분석한 결과에 의하면, 특히 기간 I에서는 통화량을 제외하면 TRAMO-SEATS 방법의 안정성이 훨씬 높은 것으로 나타났다. 다른 시계열의 경우 분석기간에 따라 약간 차이를

표 4.6. 계절조정계열의 MAPR

자료	TRAMO-SEATS			X-12-ARIMA		
	전체기간	기간 I	기간 II	전체기간	기간 I	기간 II
GDP	0.298	0.299	0.087	0.290	0.387	0.113
소비지출	0.258	0.276	0.061	0.223	0.346	0.082
CPI	0.053	0.113	0.079	0.098	0.114	0.086
M2	0.259	0.173	0.207	0.167	0.211	0.194
실업률	1.400	1.709	1.047	1.479	1.651	1.170
수입	0.532	0.797	0.165	0.602	0.347	0.199
수출	0.705	0.158	1.492	0.710	0.397	1.843

표 4.7. 계절조정계열 전기비의 MAPR

자료	TRAMO-SEAT			SX-12-ARIMA		
	전체기간	기간 I	기간 II	전체기간	기간 I	기간 II
GDP	0.351	0.241	0.098	0.354	0.444	0.155
소비지출	0.287	0.250	0.100	0.309	0.381	0.124
CPI	0.080	0.116	0.111	0.130	0.143	0.122
M2	0.263	0.234	0.228	0.243	0.264	0.240
실업률	1.744	1.950	1.170	2.043	1.768	1.490
수입	0.822	1.133	0.254	0.857	0.481	0.289
수출	1.147	0.153	1.867	1.193	0.531	2.105

보이기는 하지만 수출 자료 이외에는 전체적으로 TRAMO-SEATS 방법의 MPD 60분위값이 더 작게 추정되어 X-12-ARIMA 방법보다 더 높은 안정성 지표값을 보이고 있다. 계절조정 전기비에 대한 MPD 60분위값을 비교해보면, 물가, 수입·수출 자료의 경우 전체기간에 대해서는 X-12-ARIMA 방법이 우월한 것으로 나타난 데 반해, 세부기간 중 특히 기간 I에 대해서는 SEATS 필터의 안정성이 훨씬 높은 것으로 분석되었다. 통화량 자료의 경우 이와는 반대의 결과를 보여주고 있어 일반적인 현상으로 해석하는 데는 한계가 있지만, 세부구간에 대해 계절조정을 시행하면 전체기간을 대상으로 하는 경우에 비해 TRAMO-SEATS 방법에 상대적으로 더 유리한 결과가 도출되는 경향을 보이는 것으로 판단된다.

4.3.2. 계절조정자료 수정 분석 계절조정이 적합하게 된 경우에는 새로운 통계자료가 추가되더라도 기존 계절조정계열의 변화가 크지 않아야 할 것이므로, 이로부터 추정된 계절조정계열도 안정적이어야 한다. 두 방법의 안정성 점검을 위한 계절조정자료 수정 분석 결과를 보면, 전체자료의 경우 두 방법의 MAPR 값이 비슷하게 추정되었으나 자료에 따라 약간의 차이를 나타내고 있다. 먼저 계절조정계열에 관한 MAPR을 제시한 표 4.6에 의하면 GDP, 소비지출, 통화량에서는 X-12-ARIMA가 약간 우수한 반면 물가, 실업률, 수출·수입 자료에 대해서는 TRAMO-SEATS의 MAPR 값이 더 작게 추정되었다. 이러한 결과는 두 방법이 비슷한 정도의 안정성을 나타내는 것으로 해석된다.

한편 구조변화를 고려해 세부구간을 대상으로 분석한 결과도 비슷한 정도의 MAPR 값을 보이나, 전체적으로 TRAMO-SEATS에 유리한 측면을 나타내고 있다. 이 경우 기간 I에서는 7개의 자료 중 실업률과 수입을 제외한 5개 자료에서 TRAMO-SEATS의 MAPR 값이 더 작게 추정되었으며, 기간 II에서는 통화량 이외의 6개 자료에 대해 TRAMO-SEATS의 안정성이 더 우수한 것으로 분석되었다.

또한 계절조정계열의 전기비에 대한 MAPR 추정치를 비교한 표 4.7에서는 전체 기간의 경우 통화량에 대해서만 X-11 필터의 MAPR 값이 약간 작게 추정되었을 뿐이며, 다른 자료에 대해서는 모두 SEATS

표 4.8. 먹등성 기준에 의한 비교 결과($r\%$)

자료	TRAMO-SEATS			X-12-ARIMA		
	전체기간	기간 I	기간 II	전체기간	기간 I	기간 II
GDP	0.034	0.055	0.006	0.157	0.112	0.302
소비지출	0.032	0.082	0.010	0.085	0.108	0.026
CPI	0.019	0.001	0.017	0.019	0.037	0.024
M2	0.000	0.000	0.287	0.039	0.046	0.029
실업률	0.059	0.036	0.021	0.348	0.277	0.275
수입	0.063	0.109	0.112	0.223	0.131	0.092
수출	0.007	0.001	0.012	0.136	0.261	0.211

필터가 더 우수한 것으로 분석되었다. 세부구간을 대상으로 분석한 결과도 비슷한 정도의 MAPR 값을 보이고 있으나, 전체적으로 TRAMO-SEATS의 안정성이 높은 것으로 분석되었다. 이 경우 기간 I에서는 실업률과 수입을 제외한 5개 자료에서 TRAMO-SEATS의 MAPR 값이 더 작게 추정되었으며, 기간 II에서는 모든 자료에 대해 TRAMO-SEATS의 안정성이 더 우수한 것으로 분석되었다.

이와 같이 SEATS의 안정성이 더 우수한 것으로 나타난 분석결과는 X-11 필터가 SEATS보다 계절조정계열에 대한 수정과정의 수렴속도가 빠르다는 Dosse와 Planas (1996b)의 결과와는 반대되는 것이다. 그러나 Fischer (1995)에서 지적한 바와 같이 수정의 정도는 기본적으로 적용하는 필터의 길이와 분석 대상 자료의 특징에 따라 달라지기 때문에 이를 토대로 서로 다른 계절조정방법의 안정성을 분석하는 것은 쉽지 않다. 이러한 한계가 있지만, 구조변화를 고려하여 세부구간을 대상으로 계절조정을 시행하면 전체 기간에 비해 TRAMO-SEATS 방법에 상대적으로 더 유리한 결과가 도출된다는 본 연구의 관측과는 일치하는 것으로 분석된다.

4.3.3. 먹등성 분석 계절조정이 적합하게 시행된 경우 계절조정계열에는 추가적인 계절변동요인(residual seasonal factor)이 남아있지 않아야 한다. 따라서 계절요인이 원계열에서 완벽하게 제거되었다면, 계절조정계열에 대해 다시 한번 계절조정을 시행하는 경우 더 이상의 차이가 나타나지 않아야 한다. 이를 분석하기 위해 표 4.8에는 먹등성 기준을 적용하여 계절조정의 적합성을 비교한 결과를 제시하였다. 전체 기간을 대상으로 한 결과를 보면 추정치의 값이 비슷한 경우도 많이 관측되었으나, 대체로 SEATS 필터를 적용할 때 도출되는 $r(\%)$ 값이 X-11 필터보다 더 작은 것으로 나타났다. 특히 GDP, 소비지출, 수출·수입, 실업률 등의 자료에 대해 TRAMO-SEATS 방법이 훨씬 더 좋은 것으로 분석되었다. 또한 물가, 통화량 같이 원자료의 계절변동이 작은 경우 $r(\%)$ 값이 매우 작은 것을 발견할 수 있는데, 이는 이런 자료들이 다른 시계열에 비해 상대적으로 안정적인 추세를 갖기 때문인 것으로 해석된다.

한편 구조변화를 고려하여 세부구간을 대상으로 분석한 결과에 의하면, 두 방법 모두 전체기간에 비해 $r(\%)$ 값이 감소하는 경향을 보였다. 그러나 TRAMO-SEATS 방법의 $r(\%)$ 값이 X-12-ARIMA 방법보다 더 많이 감소하는 것으로 나타나 전체 기간에 비해 TRAMO-SEATS 방법에 유리한 결과를 보여주고 있다. 특히 기간 I에서는 모든 자료에 대해 TRAMO-SEATS 방법의 $r(\%)$ 값이 더 작게 추정되어 X-12-ARIMA 방법보다 먹등성이 우월한 것으로 분석되었다.

엄밀한 실증분석을 위해서는 이러한 $r(\%)$ 값의 차이가 통계적으로 유의한가에 대한 분석기준이 필요하다. 따라서 여기에서의 결과를 일반적인 현상으로 해석하는 데는 한계가 있겠지만, 세부구간을 대상으로 계절조정을 시행하면 전체 기간에 비해 SEATS 방법에 상대적으로 더 유리한 결과가 도출되는 경향은 먹등성 분석에서도 관측되는 것으로 판단된다. 실제로 이론적 정합성 측면에서 TRAMO-SEATS 방법의 우월성은 널리 인정받고 있는 실정이다. 따라서 향후 우리나라에서도 경험적 유용성이 입증된

X-12-ARIMA 방법과 이론에 기초한 TRAMO-SEATS 방법을 결합하여 한국 경제시계열 자료에 적합한 계절조정방법을 계속 모색해야 할 것이다.

5. 결론

세계적으로 가장 널리 신뢰성을 인정받고 있는 계절조정방법으로는 미국·캐나다를 중심으로 사용되고 있는 X-12-ARIMA 방법과 유럽연합의 통계담당 기관인 Eurostat 등에서 사용되고 있는 TRAMO-SEATS 방법을 들 수 있다. X-12-ARIMA 방법은 이동평균법을 적용하는 경험적인 방법에 기초하고 있는 반면, TRAMO-SEATS 방법은 계절조정 대상 자료에 대한 통계적 분석을 토대로 하는 모형접근법이다.

한국에서는 현재 X-12-ARIMA 방법을 우리나라 통계자료의 특징에 맞도록 조정하여 계절조정계열을 산출·공표하고 있다. 이 방법은 TRAMO-SEATS 개발 이전에 가장 많이 사용되어 그 유용성이 널리 인정되었던 X-11 유형의 프로그램을 지금까지의 계절성에 대한 연구결과와 각국 통계담당기관의 경험 등을 토대로 개편한 포괄적인 접근방법이다. X-12-ARIMA 방법은 또한 최근 Eurostat을 중심으로 진행된 계절조정 방법에 대한 비교·분석에서도 TRAMO-SEATS와 함께 가장 우수한 계절조정방법으로 평가받았다. 그러나 학문적인 연구를 보면 X-12-ARIMA와 같은 임의적 방법보다 TRAMO-SEATS 같은 모형접근법의 우월성에 대한 논의가 지배적이다. 사실 X-12-ARIMA로의 개편도 이동평균법에만 의존하던 기존의 계절조정과정에 계량분석을 도입하기 위한 방법이었다. 특히 최근에 진행되고 있는 X-12-ARIMA와 SEATS의 결합은 이동평균 필터의 실증적 유용성 증대를 위한 그 동안의 접근방법에서 탈피하여 모형이론에 기초한 계절성 분석을 토대로 계절조정방법을 체계화하려는 시도라 할 수 있다.

특히 최근 Eurostat에 의해 TRAMO-SEATS 방법이 채택됨에 따라 유럽 각국에서도 이 방법이 확산 될 전망으로, 그 동안 미국·캐나다를 중심으로 세계 각국의 통계기관에서 중심적인 기능을 수행해오던 X-12-ARIMA 방법의 역할도 변화할 가능성이 높다. 그러나 현재 국내에서는 두 방법의 비교를 위한 연구를 제외하면 진경배 (2003)에서 산업생산지수에 대해 TRAMO-SEATS 방법의 적용을 시도했을 뿐 TRAMO-SEATS 방법에 관한 이론적·실증적 연구가 전혀 없는 실정이다. 올바른 계절조정을 위해서는 시계열자료에 고유한 계절성을 제대로 분석할 수 있어야 한다. 우리의 자료에 대한 계절조정은 우리의 실정을 가장 잘 반영하는 것이 중요하므로, 그 동안 체계적인 비교·분석 없이 국내에서 사용되어 왔던 X-12-ARIMA 방법만을 이용하여 계절조정을 시행하는 것 이외에 학문적으로도 우수성을 인정받고 있는 TRAMO-SEATS 방법의 적용 방안에 대한 연구도 지속되어야 할 것이다.

본 논문은 X-12-ARIMA 방법의 실증적 유용성에 TRAMO-SEATS 방법의 이론적 정합성을 결합시킬 수 있는 계절조정방법의 모색을 위한 출발점으로 먼저 최근까지의 계절조정에 대한 연구 결과를 토대로 두 방법의 이론적 유사점과 차이점을 비교해보았다. 또한 두 방법 중 어느 것이 우리 자료에 더 적합한가를 점검하기 위해 한국의 주요 경제시계열자료를 대상으로 비교분석을 시도하였다. 서로 다른 접근법에 기초한 여러 가지 계절조정방법을 직접 비교하는 것은 쉽지 않으나, 본 연구에서는 계절조정방법의 적합성 분석을 위해 많이 사용되는 안정성·떡등성 등의 지표를 중심으로 두 방법을 비교하였다.

한국의 주요 경제시계열자료를 대상으로 X-12-ARIMA 방법과 TRAMO-SEATS 방법을 각각 적용하여 계절조정방법의 적합성에 대해 분석한 결과, 두 방법 모두 안정성이 우수한 것으로 나타나 신뢰성 높은 계절조정계열을 산출하는 것으로 평가되었다. 두 방법 사이의 상대적 비교에서는 대상 자료에 따라 약간 다른 결과를 보이고 있으나 전체적으로 TRAMO-SEATS 방법이 다소 우월한 것으로 분석되었다. 특히 구조변화를 고려하여 구간을 나누어 분석하는 경우, 전체 기간에 대해 계절변동조정을 시행하는 것에 비해 TRAMO-SEATS 방법에 상대적으로 더 유리한 결과가 도출되는 것으로 나타났다.

구간이동 분석을 이용하여 안정성을 비교한 결과에 의하면, 두 방법 모두 안정성이 높은 것으로 나타났다. 분석대상 자료와 분석기간에 따라 약간 차이를 보이기는 하지만, 구조변화를 고려하여 세부구간을 대상으로 계절조정을 시행하면 전체 기간에 비해 TRAMO-SEATS 방법에 상대적으로 더 유리한 결과가 도출되는 것으로 분석되었다. 특히 우리나라의 경제동향을 나타내는 대표적인 지표인 GDP 자료의 경우, 전체 기간에는 X-12-ARIMA 방법이 약간 우월한 것으로 나타났으나 세부기간에 대해서는 TRAMO-SEATS 방법이 더 안정성이 높은 것으로 분석되었다.

또한 계절조정자료 수정 분석에서도 두 방법 모두 신뢰성이 높은 것으로 나타났으나, 대체로 TRAMO-SEATS 방법이 X-12-ARIMA 방법보다 더 작은 수정을 필요로 하는 것으로 분석되었다. 이 경우에도 분석대상 자료에 따라 차이를 보이고 있으나, 세부구간에 대한 분석이 전체 기간에 비해 TRAMO-SEATS 방법에 상대적으로 더 유리한 결과를 도출하는 경향을 나타냈다. 맥등성 기준에 의하면 TRAMO-SEATS 방법이 대체로 우월한 것으로 평가되어, 실제 경제시계열에 나타나는 계절변동요인을 제거하는 데에는 시계열자료의 특징에 대한 계량분석을 토대로 하는 이론적 방법이 경험적인 이동평균 필터를 적용시키는 방법보다 더 적합한 것으로 분석되었다.

이러한 결과는 모형 분석에 기초를 둔 TRAMO-SEATS 방법이 계절조정의 이론적 정합성 및 일관성 측면에서 더 우수하다는 최근의 학문적인 연구 결과와 일치한다. 그러나 한국의 거시경제지표를 대상으로 분석한 본 연구의 결과로부터 TRAMO-SEATS 방법의 우월성에 대한 일반적인 결론을 도출할 수는 없을 것이다. 계절조정방법의 안정성·맥등성에 대한 본 연구의 비교결과는 분석대상 자료와 분석기간에 따라 다르게 나타나기 때문이다. 이는 실제 경제시계열에 대한 자료의 생성과정이 각각 다르고 복잡하여, 전체 시계열에 대해서 명시적인 모형을 선정하여 분석하기가 어려운 경우가 많이 나타날 수 있다는 것을 의미하는 것으로 해석된다. 특히 최근 우리 경제와 같이 구조변화가 진행되는 경우에는 다른 선진국에 비하여 경제시계열의 불규칙 변동요인이 크게 발생하므로 신뢰성 있는 모형선정이 쉽지 않다는 측면을 반영하는 것으로 판단된다. 실제로 구조변화를 고려하여 세부구간에 대해 계절조정을 시행하면 전체 기간에 비해 TRAMO-SEATS 방법에 상대적으로 더 유리한 결과가 도출되는 것으로 분석되었다.

또한 계절조정 프로그램을 이용해 경제시계열을 분해하는 경우, 각 프로그램은 서로 다른 조건과 통계적 기준으로 계절조정을 시행한다는 것을 고려해야 한다. 이는 서로 상이한 접근법에 기초한 여러 가지 계절조정방법을 실증적인 기준으로 비교한 본 연구의 결과를 토대로 단편적인 결론을 도출할 수는 없다는 것을 의미한다. 특히 본 연구에서는 두 방법의 직접적인 비교를 위하여 적합한 모형선정 기준을 정하고, 이에 따라 X-13A-S 프로그램에 의해 자동적으로 모형이 선택되도록 하는 방법을 사용하였는데, 이 과정에서 ARIMA 모형의 선정 또는 명절효과·이상관측치 식별 등에 오류가 발생하면 사전조정이 잘못되어 계절조정이 불안정하게 될 것이다. 따라서 한국의 경제시계열에 나타나는 계절요인을 적절히 제거할 수 있는 체계적인 방법을 모색하기 위해서는 설·추석 등 우리 고유의 명절효과의 파급기간 및 패턴 등 다양한 사전조정 요인에 대한 통계적 방법과 이에 대한 옵션선택에 관한 심도 있는 연구가 지속되어야 할 것이다. 또한 본 연구에서와 같이 구조변화가 계절조정에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 구조변화의 시점을 체계적으로 탐지할 수 있는 통계기법에 관한 연구가 선행되어야 한다.

향후 X-12-ARIMA만을 토대로 계절조정방법을 적용하는 것보다 두 방법을 같이 병행하면서 TRAMO-SEATS 방법의 이론적 정합성과 X-12-ARIMA 방법의 실증적 적합성을 결합시킬 수 있는 새로운 차원의 계절조정방법에 관한 연구가 필요하다. 즉 두 방법 중에 하나를 선택적으로 사용하지 말고, 이를 X-13A-S 프로그램 같이 하나의 통계 패키지로 묶어서 사용하면서 각각을 한국의 여건에 맞도록 체계적으로 조정하는 방법에 대한 연구가 지속되어야 한다. 특히 경험적 유용성이 입증된 X-12-ARIMA 방법과 이론에 기초한 SEATS 방법을 결합하여 한국 경제시계열 자료에 적합한 계절조정방법을 계속 모색해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구를 위한 프로그램에 관해 많은 도움을 준 통계청의 어운선 사무관과 홍현정 주무관, 그리고 유익한 논평을 해준 익명의 심사위원들께 감사의 말씀을 전합니다.

참고문헌

- 김에영 (2009). 한국의 수출과 수입 사이에 공적분관계가 존재하는가?, <국제경제연구>, **15**, 181-204.
- 김태훈 (2006). 한국 경제시계열자료의 계절조정 분석, 서강대학교 경제학과 석사학위 논문.
- 이금희 (1998). 한국 경제시계열의 계절조정방법: X-12-ARIMA법을 중심으로, <경제분석>, **4**, 205-242.
- 이한식 (2002). 한국 경제시계열에 적합한 계절조정방법의 모색: X-12-ARIMA와 TRAMO-SEATS 방법의 비교, <경제분석>, **8**, 163-207.
- 전경배 (2003). TRAMO-SEATS를 이용한 계절변동조정, <한국은행 조사연구자료>, **1**, 26-52.
- 전백근 (2002). 산업생산통계의 계절변동조정방법, <통계분석연구>, **7**, 1-48.
- 통계청 (2005). <NSO-CIS 사용자 매뉴얼>, 통계청 산업통계과(전백근 외), 통계청.
- Burridge, P. and Wallis, K. F. (1984). Unobserved components models for seasonal adjustment filters, *Journal of Business and Economic Statistics*, **2**, 350-359.
- Dosse, J. and Planas, C. (1996a). *Pre-adjustment in Seasonal Adjustment Methods: A Comparison of REGARIMA & TRAMO*, Eurostat Working Paper.
- Dosse, J. and Planas, C. (1996b). *Revisions in Seasonal Adjustment Methods: An Empirical Comparison*, Eurostat Working Paper.
- Eo, W. S. (2009). *A Comparative Study of the Two Main Seasonal Adjustment Methods: X-12-ARIMA and TRAMO-SEATS*, Manuscript, Statistics Korea.
- Eurostat (2000). *Seasonal Adjustment Interface DEMETRA for Tramo-Seats and X-12-Arima*, Eurostat.
- Eurostat (2002). *Demetra User Manual, Version 2.0, Seasonal Adjustment Interest Group(J. Dosse and F. Hoffmann)*, Eurostat.
- Feldpausch, R. M. (2009). Windows interface for X-12-ARIMA(<http://www.census.gov/srd/www/winx12/winx12doc.html>).
- Findley, D. F. (2005). Some recent developments and directions in seasonal adjustment, *Journal of Official Statistics*, **21**, 343-365.
- Findley, D. F., Monsell, C., Bell, W. R., Otto, M. C. and Chen, B. C. (1998). New capabilities and methods of the X-12-ARIMA seasonal adjustment program (with Discussions), *Journal of Business and Economic Statistics*, **16**, 127-177.
- Findley, D. F., Monsell, C., Shulman, H. B. and Pugh, M. G. (1990). Sliding-spans diagnostics for seasonal and related adjustments, *Journal of the American Statistical Association*, **85**, 345-355.
- Fischer, B. (1995). *Decomposition of Time Series Comparing Different Methods in Theory and Practice*, Eurostat Working Paper.
- Foldesi, E., Bauer, P., Horvath, B. and Urr, B. (2007). *Seasonal Adjustment Methods and Practices*, Hungarian Central Statistical Office Working Paper.
- Gomez, V. and Maravall, A. (1994a). *Program SEATS Signal Extraction in ARIMA Time Series: Instructions for the User*, Working Paper CEO 94/28, European University Institute, Florence.
- Gomez, V. and Maravall, A. (1994b). Estimation, prediction, and interpolation for nonstationary series with the Kalman Filter, *Journal of the American Statistical Association*, **89**, 611-624.
- Gomez, V. and Maravall, A. (1996). *Programs TRAMO and SEATS: Instructions for the User*, Working Paper, Bank of Spain.
- Harvie, C. and Pahlavani, M. (2006). Testing for Structural Breaks in the Korean Economy 1980-2005: An Application of Innovational and Additive Outlier Models, *Journal of the Korean Economy*, **7**, 179-212.
- Hylleberg, S. (2006). *Seasonal Adjustment*, Economics Working Papers, School of Economics and Management, University of Aarhus.
- Janssen, R. J. A. (1997). *Working Day Correction and Seasonal Adjustment in the Netherlands' Quarterly National Accounts*, The 23rd Cirt Conference, Helsinki.

- Monsell, B. C., Aston, J. A. D. and Koopman, S. J. (2003). *Toward X-13*, United States Census Bureau Working Paper.
- Perron, P. (1997). Further evidence on breaking trend functions in macroeconomic variables, *Journal of Econometrics*, **80**, 355–385.
- Planas, C. (1996). *Short-Term Variability in Seasonally Adjusted Time Series*, Eurostat Working Paper.
- Planas, C. (1997). *Estimation of Autoregressive Moving Average Models: A Comparative Study*, Eurostat Working Paper.
- Sutcliffe, A. (1999). *Seasonal Adjustment: Comparison of Philosophies*, Australian Bureau of Statistics Working Paper.

A Comparison of Seasonal Adjustment Methods: An Application of X-13A-S Program on X-12 Filter and SEATS

Hahn Shik Lee¹

¹Department of Economics, Sogang University

(Received August 2010; accepted October 2010)

Abstract

This paper compares the two most widely used seasonal adjustment methods: the X-12-ARIMA and TRAMO-SEATS procedures. The basic features of these methods are discussed and compared in both their theoretical and empirical aspects. In doing so, the X-13A-S program is used to reevaluate their applicability to Korean macroeconomic data by considering possible structural breaks in the series. The finding is that both methods provide very reliable and stable estimates of seasonal factors and seasonally adjusted data. As for the empirical comparisons, TRAMO-SEATS appears to outperform X-12-ARIMA, although the results are somewhat mixed depending on the comparison criteria used and on the series under analysis. In particular, the performance of TRAMO-SEATS turns out to compare more favorably when seasonal adjustment is carried out to each sub-samples (by taking possible structural breaks into account) than when the whole sample period is used. The result suggests that as the model-based TRAMO-SEATS has a considerable theoretical appeal, some features of TRAMO-SEATS should further be incorporated into X-12-ARIMA until a standard and integrated procedure is reached by combining the theoretical coherence of TRAMO-SEATS and the empirical usefulness of X-12-ARIMA.

Keywords: Seasonal adjustment, X-11 filter, SEATS, X-13A-S program, Win-X12.

This research was supported by the Sogang University Research Fund in 2010.

¹Professor, Department of Economics, Sogang University, CPO Box 1142, Seoul 121-742, Korea.

E-mail: hahnlee@sogang.ac.kr