

연구보고서 2016-19

인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형 개발을 위한 연구



백혜연 · 원종욱 · 성병찬 · 장인수 · 안형석

【책임연구자】

백혜연 한국보건사회연구원 부연구위원

【주요 저서】

노후소득 안정을 위한 근로자 퇴직연금제도의 발전 방안
한국보건사회연구원, 2015(단독)

국민연금 장기 재정 안정화를 위한 보험료율 상한 제안
한국보건사회연구원, 2014(단독)

【공동연구진】

원종욱 한국보건사회연구원 선임연구위원

성병찬 중앙대학교 교수

장인수 한국보건사회연구원 전문연구위원

안형석 한국보건사회연구원 연구위원

연구보고서 2016-19

**인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형
개발을 위한 연구**

발행일 2016년 12월 31일

저자 백혜연

발행인 김상호

발행처 한국보건사회연구원

주소 [30147]세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 사회정책동(1~5층)

전화 대표전화: 044)287-8000

홈페이지 <http://www.kihasa.re.kr>

등록 1994년 7월 1일(제8-142호)

인쇄처 대명기획

가격 5,000원

1988년 이후에 제도가 도입된 이래 전 국민을 대상으로 하는 제도로 정착된 국민연금에 대한 재정적 지속 가능성에 대한 논의가 최근 더욱 가속화하고 있다. 특히 지난 2015년 하반기 공무원연금 개혁에 대한 이견은 이러한 논의와 그 궤를 같이하는 것이라 할 것이다. 이러한 양상은 인구구조를 크게 변화시키고 있는 인구 고령화 문제와도 밀접한 관련이 있다.

한편, 재정적 지속 가능성을 높이기 위해 국민연금 재정추계에 대한 다양한 연구가 이루어졌다. 지금까지는 주로 확정론적 연금수리 모형에 의해 상향식으로 진행되어 왔는데 비록 확정론적 방법이 가정변수와 결과값에 대한 일관성을 담보하므로 해석이 용이하다는 장점이 있지만, 결과값의 실현 가능성에 대한 구체적인 정보를 제시하지 못하는 한계가 있다. 또한 각 변수들을 확정적으로 가정하는 것에 대한 현실성에 의문이 제기되었다. 이러한 맥락에서 재정추계에 대한 신뢰성을 제고하기 위해서 추가적인 접근 방법이 요구된다고 할 것이다.

본 연구는 이러한 배경하에 확률적 모형을 이용하여 추계 방법을 체계적이고 심도 있게 검토하기 위한 기초 단계라 하겠다. 이를 위해 국민연금 가입자 및 수급자의 소득 분포를 모수 및 비모수 통계적 방법으로 추정하고, 국민연금 가입자 소득자료를 이용하여 연령-소득 프로파일을 생성하였다. 또한 시계열 모형을 적합시켜 국민연금의 기금운용수익률을 추계하였다.

국민연금제도의 중요성과 시의성을 고려하여 의미 있는 연구결과를 제시하고자 아낌없는 노고를 바탕으로 하여 본 연구를 총괄한 백혜연 부연

구위원과 원종욱 선임연구위원, 또한 정교한 시계열 계량모형을 적용하여 국민연금의 기금운용수익률을 추계한 중앙대학교 성병찬 교수 이하 집필진에게 큰 감사를 보낸다. 아울러 연구 기간에 조언을 아끼지 않으신 한국조세재정연구원 전병목 선임연구위원과 원내 신화연 연구위원에게 감사의 마음을 전한다.

본 연구는 지금까지의 확정론적 연금수리모형을 보완하여 확률론적 기반을 마련하기 위한 연구라는 점에서 충분히 연구의 의의가 있다. 추후 이러한 접근 방법을 바탕으로 한 확률론적 국민연금 추계에 대한 연구가 지속적으로 이루어질 것으로 기대한다. 마지막으로 본 보고서의 내용은 연구진의 의견이며 본원의 공식적인 견해가 아님을 밝힌다.

2016년 12월

한국보건사회연구원 원장

김 상 호

목 차

Abstract	1
요 약	3
제1장 서 론	7
제1절 인구 고령화 및 인구구조 변화	9
제2절 국민연금 현 재정추계 모형	14
제2장 소득분포 추정 방법론	19
제1절 연구의 배경 및 목적	21
제2절 소득분포 추정 관련 선행연구 및 이론 소개	21
제3절 확률분포에 적합시킨 소득분포	33
제4절 연령-소득 프로파일 생성	40
제3장 기금운용수익률 전망	59
제1절 현행 기금운용수익률의 가정	61
제2절 자산배분의 결정	66
제3절 투자부문 수익률 추계	72
제4절 기금운용수익률 추계	107
제5절 소결	115
제4장 결 론	117
참고문헌	123

표 목차

〈표 1-1〉 인구시나리오 가정별 기대수명(2016년~2060년)	11
〈표 1-2〉 사업장가입자 소득 대비 지역가입자 소득의 비율	16
〈표 2-1〉 연령별 소득 및 소비 분포에 대한 선행연구	35
〈표 2-2〉 사업장가입자 40~42세(남자, 2015년 기준) 그룹의 소득에 대한 적합결과 및 적합도	39
〈표 2-3〉 지역가입자 40~42세(남자, 2015년 기준) 그룹의 소득에 대한 적합결과 및 적합도	39
〈표 2-4〉 사업장가입자 남자의 수입/지출 시뮬레이션	45
〈표 2-5〉 사업장가입자 남자의 연령별 소득분위 이동 비중	50
〈표 2-6〉 사업장가입자 여자의 연령별 소득분위 이동 비중	51
〈표 2-7〉 지역가입자 남자의 연령별 소득분위 이동 비중	52
〈표 2-8〉 지역가입자 여자의 연령별 소득분위 이동 비중	53
〈표 2-9〉 연령별 사업장가입자 남자의 분위 이동 순위(누적 비중 이용)	54
〈표 2-10〉 연령별 지역가입자 여자의 분위 이동 순위(누적 비중 이용)	55
〈표 2-11〉 사업장가입자 남자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)	56
〈표 3-1〉 과거 재정계산 기금운용수익률의 가정	62
〈표 3-2〉 2015년 말 국민연금기금의 금융부문 투자 금액과 투자 자산배분 비중	67
〈표 3-3〉 2006~2015년 국민연금기금의 금융부문 투자 자산배분 비중	68
〈표 3-4〉 국민연금의 투자 자산배분 비중 시나리오	71
〈표 3-5〉 국민연금기금의 투자부문과 관련 지수	73

그림 목차

[그림 1-1] 기대수명의 증가(2016년~2060년)	10
[그림 1-2] 인구 구성비의 변화 추이(2015년~2040년)	12
[그림 1-3] 인구 구성비의 변화 추이(2015년~2040년)	12
[그림 1-4] 65세 이상 인구의 절대 인구수 및 구성비(%의) 변화 추이 (2015년~2040년)	13
[그림 1-5] 노인부양비의 추이(2015년~2040년)	14
[그림 1-6] 국민연금 장기재정추계 모형의 구조	15
[그림 2-1] 자연대수정규분포의 확률분포 그래프	27
[그림 2-2] 파레토 분포의 확률밀도함수 분포	31
[그림 2-3] 가입종별 연령대별 평균소득(2015년 가입자 기준)	36
[그림 2-4] 사업장가입자 40~42세(남자, 2013년 기준) 그룹의 소득분포	37
[그림 2-5] 사업장가입자 40~42세(남자, 2015년 기준) 그룹의 소득분포	37
[그림 2-6] 지역가입자 40~42세(남자, 2013년 기준) 그룹의 소득분포	38
[그림 2-7] 지역가입자 40~42세(남자, 2015년 기준) 그룹의 소득분포	38
[그림 2-8] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(20개)	40
[그림 2-9] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(1000개 샘플)을 이용한 B값 (2015년 불변가 기준)	41
[그림 2-10] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(50개 샘플), 전 가입기간 소득계층 1분위 유지 가정	43
[그림 2-11] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(50개 샘플), 전 가입기간 소득계층 2분위 유지 가정	43
[그림 2-12] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(50개 샘플), 전 가입기간 소득계층 3분위 유지 가정	44
[그림 2-13] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(50개 샘플), 전 가입기간 소득계층 4분위 유지 가정	44
[그림 2-14] 사업장가입자 남자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)	56

[그림 2-15] 사업장가입자 여자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)	57
[그림 2-16] 지역가입자 남자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)	57
[그림 2-17] 지역가입자 여자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)	58
[그림 3-1] 제3차 재정계산 기금운용수익률 가정과 최근 실적	63
[그림 3-2] 코스피(KOSPI) 지수 수익률과 국민연금 국내주식 수익률의 관계	73
[그림 3-3] S&P 500 지수 수익률과 국민연금 해외주식 수익률의 관계	74
[그림 3-4] 채권지수 수익률과 국민연금 국내채권 수익률 관계	75
[그림 3-5] 코스피 수익률의 시계열 그림 및 자기상관도표	82
[그림 3-6] 한국 실질경제성장률의 시계열 그림 및 자기상관도표	83
[그림 3-7] 코스피 수익률과 경제성장률의 산점도	84
[그림 3-8] 코스피 수익률과 경제성장률의 시차에 따른 산점도	84
[그림 3-9] 코스피 수익률과 경제성장률의 교차상관계수	85
[그림 3-10] 코스피 수익률과 경제성장률의 교차공분산 행렬	86
[그림 3-11] VMA(1) 모형의 적합 결과	86
[그림 3-12] 코스피 수익률과 경제성장률의 부분자기회귀 행렬	87
[그림 3-13] VMA(3) 모형의 적합 결과	88
[그림 3-14] 적합모형 2의 모수추정 결과	90
[그림 3-15] 적합모형 2의 추계 결과	90
[그림 3-16] S&P 500 수익률의 시계열 그림 및 자기상관도표	91
[그림 3-17] 미국 경제성장률의 시계열 그림 및 자기상관도표	92
[그림 3-18] S&P 500 수익률과 경제성장률의 산점도	93
[그림 3-19] S&P 500 수익률과 경제성장률의 시차에 따른 산점도	93
[그림 3-20] S&P 500 수익률과 경제성장률의 교차상관계수	94
[그림 3-21] S&P 500 수익률과 경제성장률의 교차공분산 행렬	94
[그림 3-22] VMA(1) 모형의 적합 결과	95
[그림 3-23] VMA(1, 5) 모형의 적합 결과	95
[그림 3-24] S&P 500 수익률과 경제성장률의 부분자기회귀 행렬	96
[그림 3-25] VAR(1) 모형의 적합 결과	96

[그림 3-26] 모형추정 결과	97
[그림 3-27] 적합모형 2의 추계 결과	98
[그림 3-28] 한경-KIS-Reuters 종합채권지수 수익률의 시계열 그림 및 자기상관도표 ...	99
[그림 3-29] 한경 지수 수익률과 경제성장률의 관계	99
[그림 3-30] 한경 지수 수익률과 경제성장률의 시차에 따른 산점도	100
[그림 3-31] 적합모형의 모수 추정 결과	101
[그림 3-32] 적합모형의 추계 결과	101
[그림 3-33] 미국 채권지수 수익률 시계열 그림 및 자기상관도표	102
[그림 3-34] 미국 채권지수 수익률과 미국 경제성장률의 관계	103
[그림 3-35] 미국 채권 지수 수익률과 미국 경제성장률의 시차에 따른 산점도	103
[그림 3-36] 미국 채권지수 수익률과 미국 경제성장률의 교차상관계수 도표	104
[그림 3-37] 모형 3의 모수 추정 결과	105
[그림 3-38] 적합모형 3의 추계 결과	106
[그림 3-39] 시나리오1, 2, 3 추계 결과	108
[그림 3-40] 시나리오2, 4, 5, 6 추계 결과	109
[그림 3-41] 시나리오1의 적립기금 규모 전망	111
[그림 3-42] 시나리오2의 적립기금 규모 전망	112
[그림 3-43] 시나리오6의 적립기금 규모 전망	113



Abstract <<

Study on Modelling for Financial Projection of NPS in an Era of Demographic Change

This study introduces stochastic methods applied in social security pension valuation. Actuaries are well aware that they are not able to ensure and accurately forecast pension fund's performance, which is why they incorporate prudent margins in their funding assumptions. To improve the financial sustainability in the long term, an actuarial projection of NPS is conducted every 5 years and the actuarial valuation report on the schemes has included the results from a stochastic model in addition to the results based on the deterministic valuation. However, the methodology underlying this stochastic model is basically simulation-based. This study explores the possibility of applying other stochastic methods and suggests using income distribution and modelling the dynamics of the risk-return profiles. It is hoped that this study will help draw attention to the potential area of application of stochastic methods for the actuarial valuations of NPS and stimulate further research in that direction.

1. 연구의 배경 및 목적

저출산, 고령화는 비단 우리나라에서만 발생하고 있는 문제는 아니지만, 우리나라는 다른 나라에 비해 그 속도가 유례없이 매우 빠르다는 특징이 있다. 이에 따라 본 연구는 이러한 인구구조 변화, 그리고 이를 야기하는 인구 고령화로 인한 기금의 환경 변화에 대처하기 위해 기존의 재정추계 모형을 좀 더 개선할 수 있는 방법론을 연구하였다.

국민연금의 현 재정추계 모형은 연금수리적 모형으로서 재정추계결과가 단일한 값을 제시하고 있는 확정론적 방법론을 사용하고 있기 때문에 그 결과를 해석하는 데 주의가 필요하다. 따라서 확정론적 추계 방법론의 결과에 대한 신뢰성을 높이기 위해 발생 가능성을 수치로 계량화하는 확률론적 방법론에 의한 전망 결과도 추가적으로 필요하다고 본다. 본 연구에서는 그러한 확률론적 방법론을 검토하기 위해 다양한 입력변수들 중 소득과 기금운용수익률에 대하여 분포를 추정하거나 시계열 모형을 적용하는 방법으로 기존 재정추계 방법론을 확장할 수 있는 방안들을 제시하고자 한다.

2. 주요 연구 결과

본 연구에서는 2015년 가입자를 기준으로 하여 연령별 소득분포를 추정하였다. 다양한 확률분포들에 실제 소득분포를 적합해 본 결과 대부분

4 인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형 개발을 위한 연구

의 연령그룹에서 Gen. Logistic분포에 적합됨을 검정 결과 확인하였다. 또한 이러한 확률분포를 이용하여 연령-소득 프로파일 생성 방법을 제안하고, 간단하게 기금의 수입, 지출을 산출하여 시물레이션을 하였다. 마지막으로 국민연금 이력 자료를 활용하여 가입자의 소득계층 전이 가능성을 확인하였고, 향후 소득분포로부터 연령-소득 프로파일을 생성할 때 소득계층 전이를 고려한 방법론 연구가 중요함을 강조하였다.

국민연금 재정계산에서 사용되는 기금운용수익률은 적립기금 추계를 위해 외생변수로 투입되는 중요한 변수이고, 기금고갈과 미래의 재정을 고려할 때 매우 중요한 요소임에도 불구하고 다른 변수들에 비해 상대적으로 가정 설정이 미흡하였다. 분명히 기금운용수익률 가정의 조정이 있었지만 변화하는 경제 및 금융 환경에 대한 고려가 적절히 반영되었는지는 의문이다. 그리하여 궁극적인 연구 목적인 기금운용수익률 전망에 앞서 현행 기금운용수익률의 가정과 그 문제점에 대해 살펴보고, 기금운용수익률 가정의 필요성 및 중요성을 점검하였다. 또한 이 연구에서는 기금운용수익률 전망을 위해 자산배분과 투자부문 수익률을 연계하는 방법을 사용하였고, 이를 위해 자산배분과 투자부문 수익률에 대해 각각 살펴보았다. 자산배분에 대하여는 현 국민연금기금의 투자 자산 구성과 자산배분의 문제점을 짚어 보고, 시나리오별 자산배분 비중에 대한 가정을 설정하였다. 그리고 투자부문 수익률 추계를 위해 시계열 모형인 ARIMAX 모형과 벡터 ARIMA 모형을 도입하고, 분석을 위한 데이터로 투자부문과 관련성이 높은 지수 수익률을 택하였다. 시계열 모형 분석을 통해 각 투자부문별로 최종 시계열 모형을 얻고 추계치를 얻었다. 마지막으로 시나리오로 설정한 자산배분 비중과, 투자부문별 수익률을 연계하여 기금운용수익률을 전망하였다. 또한 전망된 기금운용수익률을 적용하여 적립기금 추계로 기금고갈 시점을 도출하였다. 전망된 추계치는 시계열 모형의

특성상 단기 또는 중기 정도에 활용할 수 있고, 장기 추계에서는 불확실성이 더욱 커지므로 활용하기 부적절하다는 한계가 있다. 하지만 합리적인 재정목표 수립이나 목표수익률 설정에 대한 사회적 합의가 없는 상황에서 제도적인 변수와 연계되지 않은 기금운용수익률 자체만의 추정이 이루어져야 한다는 점에서 학술적으로 검증된 시계열 모형의 추계 방법이 의의가 있다고 판단된다. 궁극적으로 기금운용수익률의 중요성과 필요성을 감안할 때 제4차 재정계산에서는 이에 대해 철저히 검토할 필요가 있다.

3. 결론 및 시사점

본 연구에서는 확률론적 재정추계 방법론을 시도하기 위한 첫 단계로서 기존 재정추계 방법론과 다른 방식으로 소득과 기금운용수익률을 살펴보았다. 이 연구에서 비록 2015년 가입자의 국민연금 자료만을 이용하여 소득분포 추정 방법 및 결과를 제시하고 있으나, 국민연금 전체 가입자 및 수급자의 이력자료를 이용하여 소득분포를 추정한다면 재정추계에서 활용할 수 있는 소득분포 모형화가 완성될 수 있다고 본다. 또한, 소득계층의 전이 가능성도 함께 살펴봄으로써 소득 정보를 활용 시 소득계층의 이동을 고려한 추가적인 방법론이 필요함을 확인하였다.

본 연구에서는 또한 기금운용수익률 전망에 관한 방법론을 제안하고, 그 방법론을 이용한 전망 결과를 함께 제시하였다. 본 연구의 기금운용수익률 가정은 기존 재정추계 과정과는 다르게 외생변수로 경제성장률을 고려한 시계열모형과 자산배분 비중을 함께 사용한 결과이다. 이러한 연구는 학술적으로 검증된 시계열 모형인 ARIMAX 모형과 벡터 ARIMA 모형을 고려하여 추계하였다는 점에서 기존 주된 연구 방법과는 다르다.

6 인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형 개발을 위한 연구

재정추계에 사용되는 변수는 경제성장률과 관련지어 전망하는 것이 중요하기 때문에 기존 방법의 대안으로서 계량모형을 도입하여 각 투자부문 수익률을 전망하였는데, 이는 학술적으로도 그 의미가 크다. 그리고 이와 같은 전망 방법론은 4차 재정추계를 위해 검토해 볼 수도 있겠다.

*주요용어: 재정추계, 소득, 기금운용수익률

제 1 장

서론

제1절 인구 고령화 및 인구구조 변화

제2절 국민연금 현 재정추계 모형

제1절 인구 고령화 및 인구구조 변화

저출산, 고령화는 비단 우리나라에서만 발생하고 있는 문제는 아니지만, 우리나라는 다른 나라에 비해 그 속도가 유례없이 매우 빠르다는 특징이 있다. 본 연구에서 살펴보고자 하는 국민연금기금은 이러한 인구구조 변화, 그리고 이를 야기하는 인구 고령화와 밀접한 관련이 있다.

급변하는 인구구조를 반영할 수 있는 연구 방법 틀에 대한 정책적인 수요가 높아지는 상황이지만 본 연구에서는 급변하는 기금 환경을 고려하여 기존의 재정추계 모형을 개선할 수 있는 방법론 모색을 위한 첫 단계로서의 연구에 더 집중하고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 우선 기존 추계방법의 개선안을 제시하기 위해 추계 변수들 중 일부에 대한 확률론적인 접근 방법을 연구하고자 하였다. 확률론적 추계방법을 재정추계보고서에 함께 제공하고 있는 연금 선진국에서조차 모든 추계 변수들에 대하여 확률론적 방법론을 적용하는 것에는 어려움을 겪고 있는 상황임을 고려하면, 단기간에 추계 변수들 모두에 확률론적 방법론을 적용하여 모형화하는 것에는 한계가 있다. 그러므로 추후에 단계적으로 확률 모형화를 할 수 있는 변수들에 대한 연구를 진행할 예정이며, 정책적 수요가 많음을 고려하여 인구구조변화가 직접적으로 추계 변수들에 끼치는 영향을 반영한 모형도 연구하고자 한다.

본 절에서는 인구구조 변화와 인구 고령화의 현황 및 전망을 국민연금 기금의 고갈 시점을 앞당기는 주요 원인으로 제시하고, 기대수명의 증가,

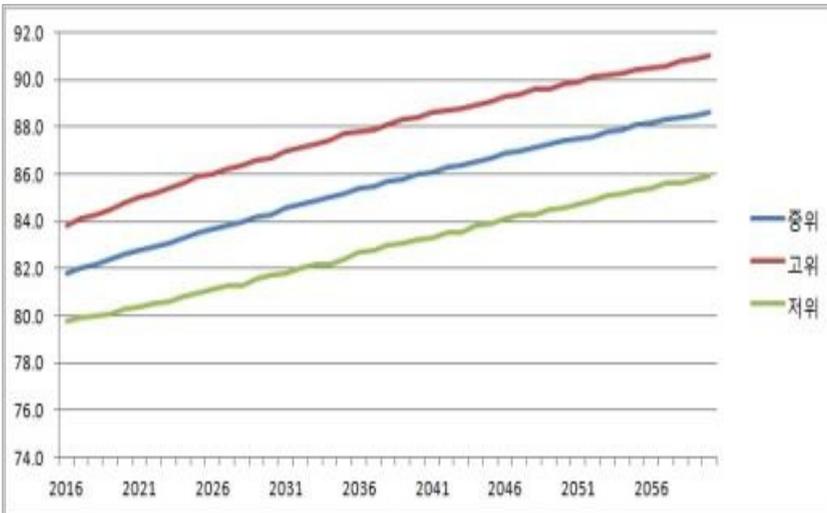
인구 연령별 구성비(특히 노인 인구의 증가 및 노인 부양비율 증가)를 체계적으로 살펴보고자 한다.

1. 기대수명 증가 패턴

먼저, 통계청의 기대수명 자료를 바탕으로 하여 2016년 대비 2020년~2060년까지 기대수명이 얼마나 더 증가하는지 살펴보았다. 아래의 그림에서 확인할 수 있는 바와 같이 기대수명은 고위, 중위, 저위 등의 인구시나리오와 관계없이 지속적으로 증가하는 추세를 보이며, 인구 시나리오 중위 가정 기준으로 2060년에 이르러서는 2016년보다 약 7세(81.8세→88.6세) 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[그림 1-1] 기대수명의 증가(2016년~2060년)

(단위: 세)



(표 1-1) 인구시나리오 가정별 기대수명(2016년~2060년)

(단위: 세)

가정	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060
중위	81.8	82.6	83.5	84.3	85.2	86.0	86.7	87.4	88.1	88.6
고위	83.8	84.8	85.9	86.7	87.7	88.4	89.1	89.8	90.4	91.0
저위	79.8	80.3	81.0	81.7	82.4	83.2	83.9	84.6	85.3	85.9

2. 인구구조 변화 패턴

가. 인구 구성의 변화

연령 0~14세/15~64세/65세 이상으로 구분하여 2015년부터 2040년까지 살펴본 인구 구성 역시 큰 변화를 보이는 것으로 나타났다. 주목할 만한 것은 15~64세 인구비율이 급격하게 감소하는 반면, 65세 이상의 노령인구비율은 급격하게 증가할 것으로 예상된다. 이것의 요인으로, 앞서 언급한 바와 같이 급속하게 진행될 것으로 예상되는 인구 고령화가 제시될 수 있다. 또한 0~14세 인구비율은 변화폭이 다른 연령 인구보다는 작았지만, 지속적으로 감소할 것으로 예상되었다(그림 1-2 참조).

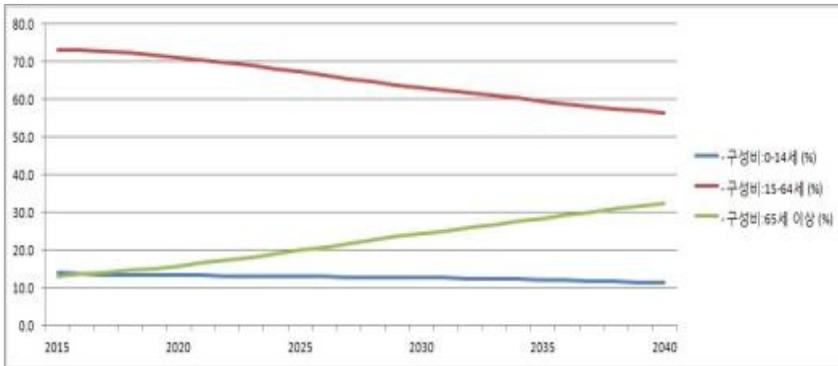
2015년~2040년의 기간을 5년 단위로 구분하여 각 연령집단별 인구구성비를 살펴보았는데, 이는 각 연령집단의 구성비 변화를 더욱 명확하게 파악할 수 있다는 장점이 있다. 그림을 보면, 모든 기간에서 15~64세의 생산가능인구의 비율이 다른 인구집단비율보다 높게 형성되어 있으나 지속적으로 감소하는 모습을 보이는 반면, 2015년에 가장 작은 비중을 차지한 65세 이상 인구비율은 크게 높아질 것으로 예상되고 있다. 각 집단별로는 0~14세 인구비율은 2015년 13.9%에서 2040년 11.2%로

12 인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형 개발을 위한 연구

2.7% 포인트 감소하고, 15~64세 인구비율은 2015년 73.0%에서 2040년 56.5%로 16.5% 포인트 감소하는데, 65세 이상 인구비율은 2015년 13.1%에서 2040년 32.3%로 약 20% 포인트 증가할 것으로 예상되었다. 인구 고령화 흐름에 따라 65세 이상 인구비율만이 증가하며, 그 변화의 폭도 매우 크다는 데 주목할 필요가 있다(그림 1-3 참조).

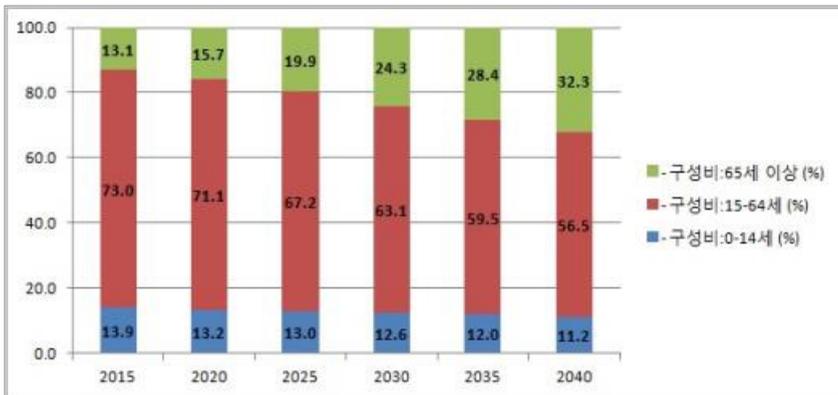
[그림 1-2] 인구 구성비의 변화 추이(2015년~2040년)

(단위: %)



[그림 1-3] 인구 구성비의 변화 추이(2015년~2040년)

(단위: %)

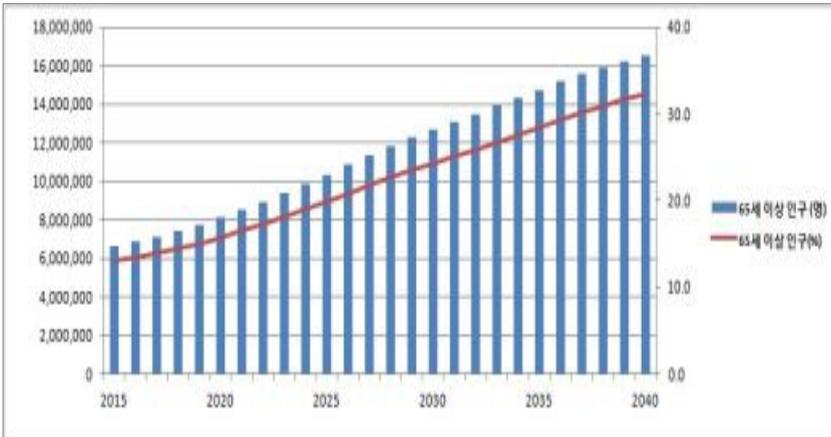


나. 노인 인구 및 노인부양비 증가

앞서 살펴본 인구 구성비는 각 연도별 인구 구성비를 백분율로 살펴본 것이다. 그중에서 65세 이상 인구가 각 연도에서 차지하는 비율은 지속적으로 증가할 것으로 예측되기 때문에 이들의 절대 인구 변화 추세에 대해 살펴볼 필요가 있다. 이 인구집단은 다른 인구집단과는 다르게 법정으로 국민연금을 수혜할 수 있는 집단으로서 국민연금기금과 직접적인 관련이 있기 때문에 이들의 절대 추이를 살펴보는 것은 충분히 의미가 있다.

[그림 1-4] 65세 이상 인구의 절대 인구수 및 구성비(%)의 변화 추이(2015년~2040년)

(단위: 명, %)



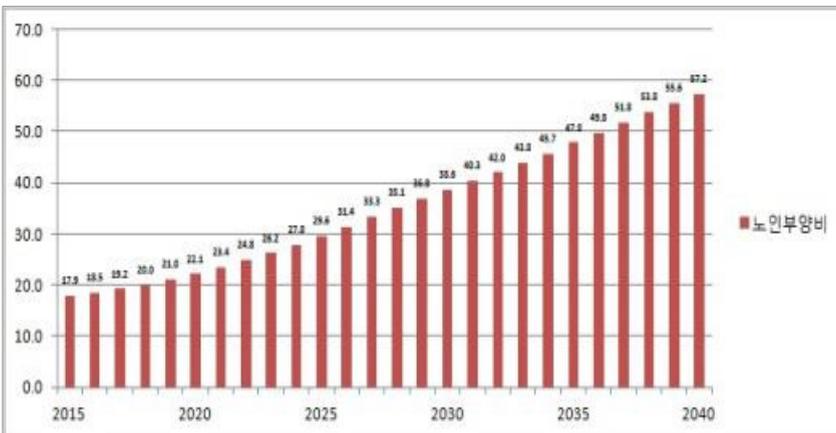
[그림 1-4]에서 확인할 수 있는 것은 65세 이상 인구비율과 65세 이상 인구의 절대 숫자가 지속적으로 증가하고 있다는 점이다. 이들은 2015년 약 662만여 명에서 2040년 1,650만여 명으로 약 2.5배 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 수치는 현 시점 기준으로 국민연금기금이 약 2043년에 고갈될 것으로 예상되는 것과 그 궤를 같이하는 것으로 해석할 수

14 인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형 개발을 위한 연구

있다. 생산가능인구 대비 노령인구를 나타내는 노인부양비는 지속적으로 증가할 것으로 나타났는데(그림 1-5 참조, 생산가능인구 100명당 노령인구: 2015년 17.9명→2040년 57.2명) 이러한 추이 역시 앞서 살펴본 인구구조 변화와 관련지어 해석할 수 있다. 이는 생산가능인구가 큰 폭으로 감소하는 반면, 노령인구는 큰 폭으로 증가하고 있는 것에서 알 수 있듯이 두 집단이 정확히 반대 방향으로 변화하고 있기 때문이다.

[그림 1-5] 노인부양비의 추이(2015년~2040년)

(단위: %)

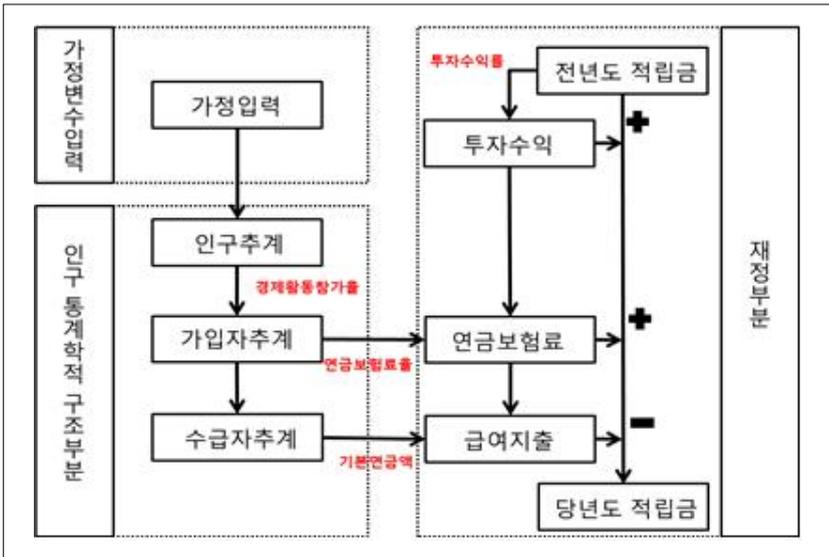


제2절 국민연금 현 재정추계 모형

우리나라 국민연금 재정추계는 국민연금법 제4조에 의거하여 5년마다 시행된다. 1차 재정추계는 2003년, 2차 재정추계는 2008년, 3차 재정추계는 2013년에 시행되었다. [그림 1-6]에 따르면, 우리나라 국민연금 재정추계 모형은 크게 세 가지 부분으로 구분되며, 그 세 가지 큰 틀은 가정

변수 입력, 인구통계학적 추계, 그리고 재정추계 부분이다. 이중 재정추계 부분은 보험료수입, 급여지출 및 적립기금으로 구분하여 추계한다.

[그림 1-6] 국민연금 장기재정추계 모형의 구조



자료: 국민연금재정추계위원회(2013), p.34.

1. 보험료수입 추계

보험료수입은 가입자 수에 가입자의 소득과 보험료율을 곱하고, 징수율 또는 징수율 곱하기 소득신고자비율(1-납부예외자비율)을 추가적으로 곱하여 산출된다. 또한 가입종별로 사업장가입자와 지역가입자를 구분하여 산출한다. 특히 가입자의 소득은 평균소득을 이용하며, 사업장가입자의 평균소득은 기준 연도의 전체 평균소득이 거시경제변수에서 설정된 임금 상승률에 따라 상승한다고 가정한다. 그리고 지역가입자의 평균소득은 따로 추정된 값을 사용하기보다는 사업장가입자 평균소득의 일정 비율을 가

정하여 적용한다. 또한 연령별·성별 평균소득은 연도별 소득지수를 적용하여 각 소득의 값들을 차별적으로 적절히 반영될 수 있게 하고 있다.

$$\text{보험료수입}_{\text{사업장}} = \text{가입자수}_{\text{사업장}}[t, g, a] \times \text{평균소득}_{\text{사업장}}[t, g, a] \\ \times \text{보험료율}[t] \times \text{징수율}_{\text{사업장}}[t]$$

$$\text{보험료수입}_{\text{지역}} = \text{가입자수}_{\text{지역}}[t, g, a] \times \text{평균소득}_{\text{지역}}[t, g, a] \\ \times \text{보험료율}[t] \times \text{징수율}_{\text{지역}}[t, g, a] \\ \times (1 - \text{납부예외자비율}_{\text{지역}}[t, g, a]) \\ (t: \text{연도}, g: \text{성별}, a: \text{연령})$$

사업장가입자의 소득수준은 2013년 재정추계 시 2011년도 실적치를 초기값으로 설정하여 임금상승률로 상승된다고 가정하였고, 지역가입자의 소득은 앞서 말한 것과 같이 사업장가입자 소득의 일정 비율을 사용하였다. 이때 일정비율은 최근 추세와 미래 추세를 반영하여 다음 <표 1-2>와 같이 설정하였다.

<표 1-2> 사업장가입자 소득 대비 지역가입자 소득의 비율

(단위: %)

	2011년	...	2015~2019년	...	2050년 이후
사업장가입자 소득 대비 지역가입자 소득	53.4	선형보간	50.0	선형보간	70.0

자료: 국민연금재정추계위원회(2013), p.57.

2. 급여지출 추계

급여지출은 신규 수급자의 급여액과 계속수급자의 급여액으로 구분하여 산출하고, 동일한 특성의 수급자 그룹별로 수급자 수에 이들의 평균급여액을 곱하여 산출한 후 다양한 수급자들의 총급여액들을 합산한다. 신

규 수급자 평균급여액은 수급자의 가입기간 및 B값들을 고려한 기본연금액 산출 공식을 이용하여 급여수준을 산출하고, 계속수급자의 평균급여액은 소비자 물가상승률을 적용하여 전년도 총수급자의 평균급여액의 올해 연도 경상가를 산출하도록 한다.

3. 적립기금 추계

적립기금은 전년도 적립기금에 총수입과 총지출의 수지 차를 누적하여 금년도 적립기금을 계산한다. 총수입은 연금보험료 수입과 기금 투자수입의 합이며, 총지출은 수급자에 대한 연금급여액과 관리운영비로 구성된다.

4. 국민연금 재정추계의 한계점

현재 국민연금 재정추계에서는 보험료 수입 추계 시 소득은 가입자의 평균소득을 사용하여 산출하고 있다. 평균소득은 국민연금 가입자 전체를 대표할 수 있는 소득이 될 수 있다. 하지만 국민연금 소득에 따라 보험료 수입 및 급여지출이 다르기 때문에 평균소득에 의해 산출된 보험료 수입 및 급여지출은 현실과 많이 다를 수 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 재정추계에서 사용하고 있는 평균소득 대신 분위별 소득을 재정추계에 반영하는 방안에 대해 시도해 보고자 한다.

제 2 장

소득분포 추정 방법론

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 소득분포 추정 관련 선행연구 및 이론 소개

제3절 확률분포에 적합시킨 소득분포

제4절 연령-소득 프로파일 생성

2

소득분포 추정 방법론 <<

제1절 연구의 배경 및 목적

국민연금의 현 재정추계 모형은 연금수리적 모형으로서 재정추계결과가 단일한 값을 제시하고 있다. 그러한 이유로 김순옥·한정림(2004)은 추계 과정 중 입력 변수로 사용되는 다양한 변수들에 대한 확률적 발생 가능성이 추계결과에 반영되지 못해 확률적 가정이 결과에 미치는 영향을 계량화하지 못한다는 한계점을 지적하고 있다. 따라서 본 연구에서는 추계에서 사용되는 변수들 중 일부를 확률변수로 가정하여 확률론적인 재정추계방법론을 적용하고자 한다. 특히 이번 장에서는 보험료 수입 및 급여지출에서 중요한 변수인 소득에 대하여 현 재정추계 모형에서 사용하는 평균소득 대신 실제 소득 자료를 이용하여 적합시킨 확률분포로부터 평균소득 이외의 다양한 소득값을 사용하여 기금의 수입과 지출을 계산하는 방법에 대해서 논의하고자 한다.

제2절 소득분포 추정 관련 선행연구 및 이론 소개

1. 국내 선행연구

소득분포 추정과 관련한 기존의 국내 연구는 소득분포 자체에 초점을 둔 연구보다는 소득 불평등 현황을 살펴보거나 이를 개선하기 위한 소득 분배를 연구하기 위해 소득분포를 살펴보는 연구가 주를 이루었으며, 그

연구의 수가 많지는 않은 것으로 보인다(유항근, 2001; 성명재, 박기백, 2008; 석상훈, 2009; 박상우, 김성환, 2013 등). 그러나 신동균, 전병유(2005)나 신관호, 신동균(2007)은 양극화(polarization)가 본격적으로 사회 문제로서 논의되면서, 소득분포는 소득불평등보다는 소득의 분포가 집단화(clustered)되는 경향으로 변화되고 있다고 언급하였다. 그러나 지금까지 언급된 논의들은 모두 소득분포가 주된 논의의 부분이 아니며, 단지 소득불평등이나 소득재분배, 양극화와 같은 사회 문제를 논의하기 위한 수단으로서 이를 언급하고 있다는 공통점이 있다.

한편 본 연구와 직접적인 관련이 있는 소득분포 추정 연구에는 김종면, 성명재(2003a), 김종면, 성명재(2003b), 김종면, 성명재(2004) 등이 있다. 김종면, 성명재(2003a)는 1982~2002년 도시가계조사자료에서 2인 이상 도시가구의 총소득 분포를 파악해 본 결과 소득분포가 자연대수정규분포(log-normal distribution)를 따른다는 것을 최초로 증명해 보였다. 또한 김종면, 성명재(2003b)는 소득이 비대칭적 분포를 띠고 있다는 점을 분석의 전제로 제시하면서, 이를 분석하기 위해서는 비대칭 확률분포함수의 적용이 불가피함을 밝혔으나 원래 의도했던 기존 소득분포와 가장 유사하게 기존 확률분포로 근사(approximate)시키는 접근법을 사용할 필요도 없이 바로 자연대수정규분포라는 강력한 결과를 얻었다고 한다. 자연대수정규분포는 주지하고 있는 바와 같이 가장 잘 알려진 분포이며, 분포함수의 특성을 이용하여 추가적으로 논의할 수 있다는 점을 들어 비대칭 확률분포함수 중 자연대수정규분포를 적용하는 것이 매우 유용함을 언급하고 있다. 또한 김종면, 성명재(2004)에서는 일부 농어를 제외한 전 국민을 대상으로 한 가구소비실태조사자료(1996, 2000)를 이용하여 소득분포 특성에 대한 분석대상의 폭을 확대하여 분석하였다. 그 결과에서도 소득분포가 대체로 자연대수정규분포를 따른다고 보았으

며, 다만 1인 가구는 자연대수정규분포와 다소 특성의 차이가 있는 것으로 분석하였다. 김종면, 성명재(2003b)와 김종면, 성명재(2004)의 연구 결과를 종합하면, 2인 이상 가구 전체, 1인 가구를 청년층과 노년층으로 표본 분할 하더라도 각 표본들의 소득분포가 분석 시 매우 편리한 자연대수정규분포를 따른다는 점을 밝혀냈다. 이들의 연구 결과에서 소득분포가 자연대수정규분포를 따른다는 것을 확인했기 때문에 소득의 평균과 표준편차 정보만으로도 모든 소득 특성을 파악할 수 있어 앞으로 소득 관련 연구에 이 연구 결과의 활용도가 높아질 것으로 보인다. 소득분포의 자연대수정규분포 특성은 국외연구에서도 살펴볼 내용이지만, 선진국의 실증 연구에서도 이미 경험적으로 증명되어 있다는 점에서 논리적으로 일반화할 수 있는 근거가 충분하며, 지금까지 살펴본 바와 같이 소득분포를 연구한 국내 연구는 소득이 자연대수정규분포를 따른다는 데에 의견을 같이하고 있다.

최희갑(2006)에 따르면 파레토 분포(pareto distribution)는 우측으로 편기되어 중위값의 우측에 확률 밀도가 집중되는 비대칭성에 따라 쌍방꼬리에서 나타나는 분포인데, 박명호, 전병목(2014)에 따르면 소득분포는 상위 5% 이외에서는 파레토 분포를 따르지 않는다고 한다. 이러한 연구결과에 비추어 보면, 파레토 분포는 그 형태상 전체 집단에서 우측에 길게 분포되어 있는 소득 상위 집단의 소득분포를 추정하는 데 더 적합한 것으로 판단할 수 있다.

한편, 신주형, 김윤미, 김태환(2015)의 연구는 통계청 가계조사를 통해 상위 10% 가구의 소득점유율을 도출하기 위해 GB2(Generalized Beta of the Second Kind 분포)를 적용하였다는 점에서 주목할 만하다. 본래 GB2 분포의 모수 a, b, p, q 네 개를 모두 안다는 전제하에 이 분포를 적용할 수 있지만, 이 연구에서는 GB2 분포의 모수를 알지 못하는 경우에

도 변수 추정을 위해 최우추정(ML)을 적용하는 일반적 방법을 적용하여 분석을 수행한 바 있다.

2. 국외 선행연구

국외에서는 국내보다 소득분포함수를 통한 소득분포 추정에 대한 연구가 더욱 활발하게 이루어졌다. 특히 소득분포를 추정하기 위한 새로운 시도들은 한 세기 이상(more than one century) 지속되었으며, 이들 연구 결과에 따른 결과적 논의 사항은 자연대수(lognormal), 감마(gamma), 파레토(pareto), 와이불(weibull), 다굼(dagum), Singh-Maddala, beta-2, generalized beta-2(GB2) 분포함수와 같은 것들이다 (Kleiber, Kots, 2003). Parker(1999)에 따르면 특히 1970년대까지는 개인 소득분포를 추정하는 주된 방법은 자연대수(log-normal)나 파레토 밀도(Pareto density)를 적용하는 것이라고 한다.

먼저, 자연대수정규분포를 적용한 연구는 소득불평등에 대한 사회경제적 요인을 분석하는 데에 자연대수정규분포를 적용한 Balintfy와 Goodman(1973)이 시초라고 평가된다. 이들은 자신들의 연구가 소득분포가 자연대수정규분포라는 가정에서 시작하고 있음을 분명히 언급하였는데, 이후 소득의 로그값이 정규분포로서 그려질 때 가장 정확한 분포를 형성하는 확률과정(stochastic process)의 특별한 형태임을 밝혔다는 점에서 연구의 의의가 있다고 판단된다. 이후 Johnson, Kotz와 Balakrishnan(1994), Sutton(1997), Wataru(2002) 등의 연구에서 이를 바탕으로 한 연구가 이루어졌다.

한편 최근의 연구에서는 GB2 함수를 바탕으로 하여 소득분포를 추정하는 연구가 주를 이루고 있다. GB2 분포는 McDonald(1984)가 최초로

소득분포에 대한 일반화된 함수(generalized function)를 언급하면서 소개되었다. GB2 함수 형태는 여러 문헌에서 공통적으로 확인할 수 있는 것과 같이 특별하거나 제약된 30개 이상의 다른 여러 분포를 포함하여 일반화 베타(generalized beta)나 감마 분포를 포함한 다섯 개의 모수 베타 분포인 GB 분포의 한 종류이다(McDonald와 Xu, 1995). McDonald와 Xu(1995)는 GB 분포가 지수일반화베타(EGB: Exponential generalized beta) 분포로 이어지며, 이 분포는 로지스틱 분포, 지수 분포, 고펜퍼츠 분포(Gompertz distribution), 검벨 분포(Gumbell distribution), 그리고 특별한 케이스에 대한 정규분포의 정형화된 식을 포함한다고 언급하고 있다. 또한 Jenkins(2007)가 밝히고 있는 바와 같이 GB2 분포 모형은 소득분포를 추정하는 데 가장 널리 적용되고 있는 분포로서 이해되는데, 이는 적합성이 비교적 두루 괜찮으며, 다른 분포들이 특별한 조건으로 한정된 표본에서만 적용되는 등 제약조건이 뒤따르는 반면, GB2 분포는 이러한 제약 조건 없이 비교적 두루 적용될 수 있다는 장점이 있다고 한다. 이러한 점은 다른 분포들이 모두 동일하게 합당하면, 그중 제약 조건이 적고 비교적 두루 적용할 수 있는 이른바 절약성(parsimony)의 조건과 그 궤를 같이한다고 해석할 수 있다. 다만 Jenkins (2007)가 소득분포를 GB2 분포로 추정하였고 GB2 분포를 적용하기가 매우 용이하였음에도 불구하고, 본래 이 연구의 목적인 소득 불평등을 관찰하는 데에는 GB2 모수 추정치를 바탕으로 한 지니계수가 소득 불평등도를 더욱 명확하게 설명할 수 있었다고 한다. 그중 특히 Graf, Nedyalkova, Munnich, Seger와 Zins(2011)는 EU-SILC 설문자료를 바탕으로 하여 GB2 분포가 소득분포를 추정하는 데 가장 적합한 분포임을 밝혔다. 더 나아가 다굽(Dagum)이 제시한 비선형 분위, 적률회귀(nonlinear regression on quantiles, moments)인 최우추정 GB2 분포를 적합시키는 다른 검정

방법(test)도 제시하였다.

3. 소득분포로 주로 사용되고 있는 확률분포

가. 자연대수정규분포(log-normal distribution)의 특성

재정추계에서 보험료 수입 및 급여 산출은 소득에 대한 함수로 나타낼 수 있기 때문에 코호트별 소득분포에 대한 가정 설정이 매우 중요하다. 또한 대부분의 연금제도에서는 소득의 상·하한선을 설정하고 있는 경우가 많기 때문에 이에 대해서도 고려해야 한다. 앞서 선행연구에서 살펴본 것과 같이 소득분포가 자연대수정규분포를 따른다는 가정은 많은 연구에서 사용되고 있다.

자연대수정규분포는 특히 정의역(소득의 범위)을 0에서 무한대까지로 할 수 있고, 평균을 중심으로 하여 비대칭적인 분포이며, 분포의 우측 꼬리부분이 넓게 퍼져 있어 고소득자 그룹에 대해 설명할 수 있다는 장점들이 있다. 또한 이 분포는 평균을 중심으로 하여 비대칭적이기 때문에 평균소득은 중위 소득보다 높아 평균 이하의 소득을 신고한 자가 50% 이상을 차지하게 된다.

자연대수정규분포의 모양은 평균과 변동계수(coefficient of variation)에 의해 결정된다.

$$\text{변동계수 (coefficient of variation)} = \frac{\text{표준편차 (standard deviation)}}{\text{평균 (average)}}$$

자연대수정규분포를 따르는 소득을 확률변수 X 라 한다면, X 에 자연 로그를 취한 값이 정규분포(normal distribution)를 따른다는 특성에 의

해 주어진 데이터들의 정보로부터 다음을 쉽게 구할 수 있게 된다.

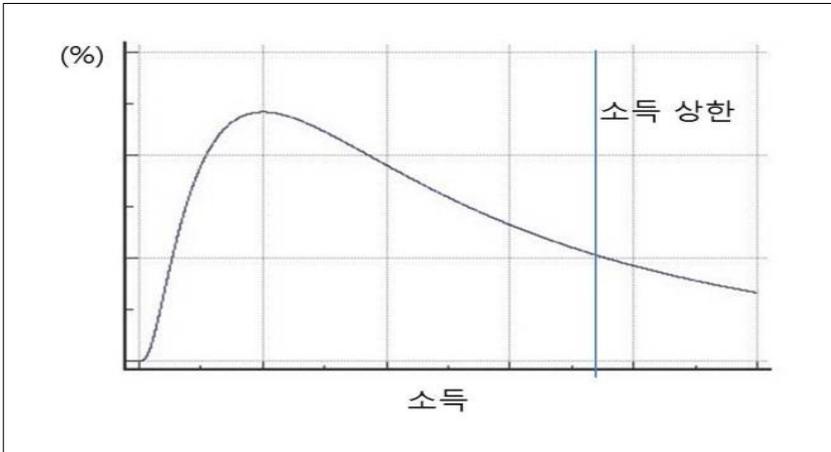
$$\ln(X) \sim N(\mu, \sigma),$$

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(X_i)}{n}, \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln(X_i) - \mu)^2}{n}}.$$

그리고 위에서 구한 μ 와 σ 를 이용하여 확률변수 X (소득)에 대한 실제 평균과 분산을 구할 수 있다.

$$E[X] = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right), \quad \text{Var}[X] = [\exp(2\mu + \sigma^2)] \times [\exp(\sigma^2) - 1].$$

[그림 2-1] 자연대수정규분포의 확률분포 그래프



보험료 수입을 계산하기 위해서는 반드시 국민연금제도 안에서 설정하고 있는 소득의 상하선을 고려한 소득분포를 고려해야 한다. 소득분포가

자연대수정규분포를 따른다는 가정을 이용하였을 때 소득 상·하한선을 고려한 소득분포도 역시 자연대수정규분포를 따르는지 확인해 볼 필요가 있다. 예를 들어 원래의 소득을 확률변수 X 라 하고, 소득 하한선을 l , 소득 상한선을 u 라 하며, 소득 상·하한선을 고려한 보험료 부과 소득을 확률변수 Y 라 하자. 확률변수 X 는 자연대수정규분포를 따르므로, X 의 분포 특성을 이용하여 확률변수 Y 의 분포를 추정해 보고자 한다.

확률변수 Y 의 누적분포를 찾아보면 다음과 같다.

$$F_Y(y) = \begin{cases} \Pr(X \leq l), & y \leq l \\ \Pr(X \leq y), & l < y < u \\ 1 & , \quad y \geq u \end{cases} = \begin{cases} F_X(l), & y \leq l \\ F_X(y), & l < y < u \\ 1 & , \quad y \geq u \end{cases}$$

나. 다굼(Dagum)분포

Dagum분포는 Dagum(1977)의 이름을 딴 분포로서, 소득분포 추정에 주로 적용되는 분포형태이다. Kleiber(2008)에 따르면, Dagum분포는 특정 모수의 개수가 3개인지 혹은 4개인지에 따라 유형 1, 유형 2로 크게 구분된다.

먼저, 유형 1 Dagum분포의 누적분포함수는 다음과 같이 정의되며,

$$F(x; a, b, p) = \left(1 + \left(\frac{x}{b}\right)^{-a}\right)^{-p} \text{ for } x > 0, \\ \text{where } a, b, p > 0.$$

이를 바탕으로 한 확률밀도함수는 다음과 같이 도출된다.

$$f(x; a, b, p) = \frac{ap}{x} \left(\frac{\left(\frac{x}{b}\right)^{ap}}{\left(\left(\frac{x}{b}\right)^a + 1\right)^{p+1}} \right).$$

또한 Dagum분포는 위에서 살펴볼 GB2 분포의 특별한 형태로서 파생된다.

$$X \sim D(a, b, p) \Leftrightarrow X \sim GB2(a, b, p, 1).$$

특히, Dagum분포는 소득과 자산의 분포를 파악하는 데 주로 사용되는데, 소득불평도를 나타내는 지니계수에 적용되며, 다음과 같이 표현된다.

$$G = \frac{\Gamma(p)\Gamma\left(\frac{2p+1}{a}\right)}{\Gamma(2p)\Gamma\left(\frac{p+1}{a}\right)} - 1.$$

다. 일반화 로지스틱(Generalized Logistic) 및 파레토(Pareto) 분포

1) 일반화 로지스틱(Generalized Logistic) 분포

Johnson 등(1995)에 따르면 일반화된 로지스틱 분포는 여러 확률분포의 형태를 총칭하는 개념으로서, 다음의 네 가지 형태의 함수로 표현된다. 특히 이 중 유형 1의 함수 형태는 편향로지스틱 분포(skew-logistic distribution)이다.

가) 유형 1, 유형 2

유형 1, 2의 누적분포함수와 확률밀도함수는 각각 다음과 같이 정리된다.

Type 1	Type 2
누적분포함수	
$F(x;a) = \frac{1}{(1+e^{-x})^a} = (1+e^{-x})^{-a}, a > 0$	$f(x;a) = \frac{ae^{-x}}{(1+e^{-x})^{a+1}}, a > 0$
확률밀도함수	
$F(x;a) = \frac{e^{-ax}}{(1+e^{-x})^a} = (1+e^{-x})^{-a}, a > 0$	$f(x;a) = \frac{ae^{-ax}}{(1+e^{-x})^{a+1}}, a > 0$

나) 유형 3, 유형 4

유형 3, 4의 누적분포함수와 확률밀도함수는 각각 다음과 같이 정리된다.

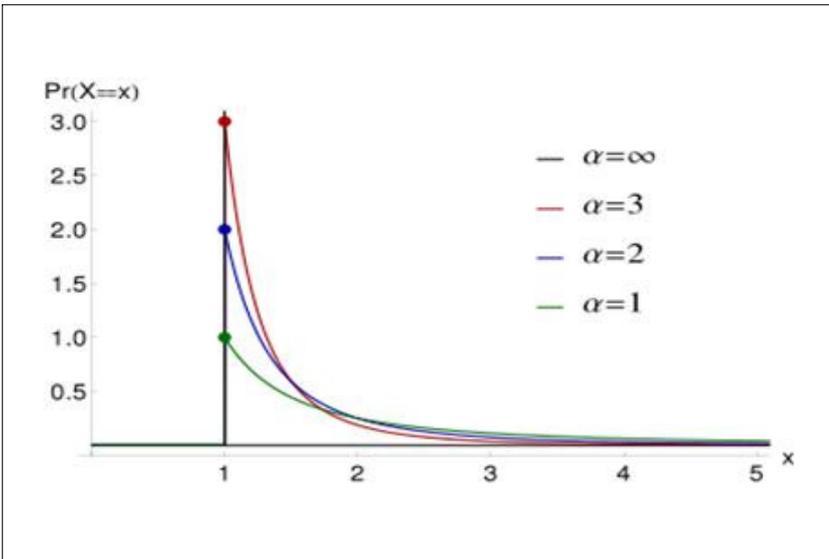
Type 3	Type 4
누적분포함수	
$f(x;a) = \frac{1}{B(a,a)} \frac{e^{-ax}}{(1+e^{-x})^{2a}}, a >$	$f(x;a,\beta) = \frac{1}{B(\alpha,\beta)} \frac{e^{-\beta x}}{(1+e^{-x})^{\alpha+\beta}}, a,\beta > 0$
적률생성함수	
$M(t) = \frac{\Gamma(\alpha-t)\Gamma(\alpha+t)}{(\Gamma(\alpha))^2}, -a < t < a$	$M(t) = \frac{\Gamma(\beta-t)\Gamma(\beta+t)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}, -a < t < \beta$
확률밀도함수	
Type 3	
$F(x,a) = \frac{(e^x + 1)\Gamma(a)e^{a(-x)}(e^{-x} + 1)^{-2a_2} \tilde{F}_1(1, 1-a; a+1; -e^x)}{B(a,a)}, a > 0$	

Type 4
$M(t) = \frac{\Gamma(\beta-t)\Gamma(\beta+t)}{\Gamma(a)\Gamma(\beta)}$

2) Pareto분포

파레토 분포는 이탈리아의 경제학자인 Pareto(1964)가 부의 분포를 파악하고자 처음으로 사용하였으며, 이의 확률밀도함수 분포 모양은 파레토 지표(pareto index)로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[그림 2-2] 파레토 분포의 확률밀도함수 분포



이의 누적분포함수, 확률밀도함수, 적률 및 특성함수는 다음과 같이 정리된다.

누적분포함수
$F_X(x) = 1 - \left(\frac{x_m}{x}\right)^a : x \geq x_m,$ $0 \quad x < x_m$
확률밀도함수
$f_X(x) = 1 - \left(\frac{ax_m}{x^{a+1}}\right)^a : x \geq x_m,$ $0 \quad x < x_m$
적률생성함수
$M(t; a, x_m) = E[e^{tX}] = a(-x_m t)^a \Gamma(-a, -x_m t)$ $M(0, a, x_m) = 1$ $t \leq 0$
특성함수
$\psi(t; a, x_m) = a(-ix_m t)^a \Gamma(-a, -ix_m t)$ <p>where $\Gamma(a, x) : \in \text{complete } \gamma \text{ function}$</p>

라. GB2 분포(Generalized beta of the second kind)

앞서 국외 선행연구에서 살펴본 바와 같이 Mcdonald(1995)에 따르면 GB2 분포는 특별한 경우에 적용되는 30여 개의 분포를 포함하여 다섯 개의 모수로 이루어진 연속확률분포를 의미한다. 이 분포 역시 소득분포 추정에 널리 이용되고 있으며, 특히 최근 소득분포를 추정하는 여러 연구에서 활발하게 적용되고 있는 상황이다.

먼저 본 분포의 확률밀도함수는 다음과 같이 표기된다.

$$GB2(y;a,b,p,q) \begin{cases} \frac{|a|y^{ap-1}}{b^{ap}B(p,q)(1+(\frac{y}{b})^a)^{p+q}}, & \text{for } 0 < y < \infty \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

또한 이 분포의 적률은 다음과 같이 도출된다.

$$E[Y^h] = \frac{b^h B(p + \frac{h}{a}, q - \frac{h}{a})}{B(p, q)}.$$

아울러 이 분포함수는 일반화된 감마(GG: Generalized Gamma), Burr 유형 3, Burr 유형 12, 다균, 자연대수, 와이불, 감마, 로맥스, 지수, 로그로지스틱 분포와 같은 일반적 분포를 포함하고 있다고 한다 (McDonald, 1984).

제3절 확률분포에 적합시킨 소득분포

국민연금 가입자의 소득은 일정 근로 기간에 얻은 수입에서 비과세 소득을 제외한 금액 또는 사업 및 자산을 운영하여 얻은 수입에서 필요 경비를 제외한 금액을 의미한다(국민연금법 제3조 제1항 제3호). 국민연금의 가입자 소득은 상한과 하한이 정해져 있으며, 2016년 7월 1일부터 2017년 6월 30일까지 적용할 최저·최고 기준소득월액은 각각 28만 원과 434만 원으로 설정되어 있다. 그리고 최저·최고 기준소득월액은 2010년 국민연금법 시행령을 개정된 이래로 A값 상승률(국민연금 전체 가입자의 3년 평균소득 변동률)에 따라 매년 연동되도록 조정되고 있다.

국민연금의 재정추계 모형에서는 소득수준 고려 시 최근 실적치를 초기치로 하여 임금상승률에 따라 상승시키는 방법을 적용하고 있다. 특히 제3차 재정추계에서 사업장가입자의 소득은 2011년 실적값을 초기값으로 설정하고, 그 값을 임금상승률에 따라 인상시킨다. 또한 지역가입자의 소득은 별개의 소득을 추정하여 사용하지 않고, 사업장 가입자의 소득의 일정 퍼센트로 설정하여 사용하고 있다. 본고에서는 재정추계 시 이와 같은 평균 소득을 사용하는 방법 대신, 연령별·가입종별·성별 소득분포를 적합시킬 수 있는 확률분포를 찾아 이 분포들로부터 무작위로 다양한 값들을 사용할 수 있는 방법과 과거 실적치를 이용한 연령-소득 프로파일을 만들어 활용하는 방법을 제안하고자 한다. 특히 이번 절에서는 소득의 확률분포를 추정하는 과정을 소개하고자 한다. 연령-소득분포를 모형화할 수 있다면 평균소득 값만이 아닌 다양한 소득수준을 고려하여 그에 대응되는 급여의 지출 규모를 다양한 값으로 예측해 볼 수 있을 것으로 기대된다.

1. 선행연구

연령별 소득분포를 확률분포로 적합시켜 소득분포를 모형화하는 방법론을 연구하고자 국내외 선행연구에서 소득분포로 주로 사용하고 있는 확률분포들에 대해서 살펴보았다. 국내 선행연구로 김종면, 성명재(2003a)는 1982~2002년의 도시가계조사 원자료로부터 얻은 연도별 평균 경상총소득을 커널(kernel)추정기법으로 소득분포의 확률밀도 함수를 추정한 뒤, 그 소득분포가 정규분포를 따르는지를 검정하였다. 그리고 그 외의 국내 선행연구에서는 다음 표와 같은 방법론을 이용하였다.

(표 2-1) 연령별 소득 및 소비 분포에 대한 선행연구

연구자	분석대상	분석결과	분석결과
김종면, 성명재 (2004)	연령별 소득분포	연도별, 연령별 자연대수 소득분포가 정규분포를 따른다는 것을 1인 가구 및 시, 면 단위 가구를 포함한 분석 결과에서도 도출함	비모수 추정, 커널(kernel)추정기법, OLS
김현숙, 성명재 (2011)	연령별 소득분포, 소득세수	연도별, 연령별 자연대수 소득분포는 분석자료를 바꾸어도 정규분포를 따르고 있음	고정효과모형 OLS

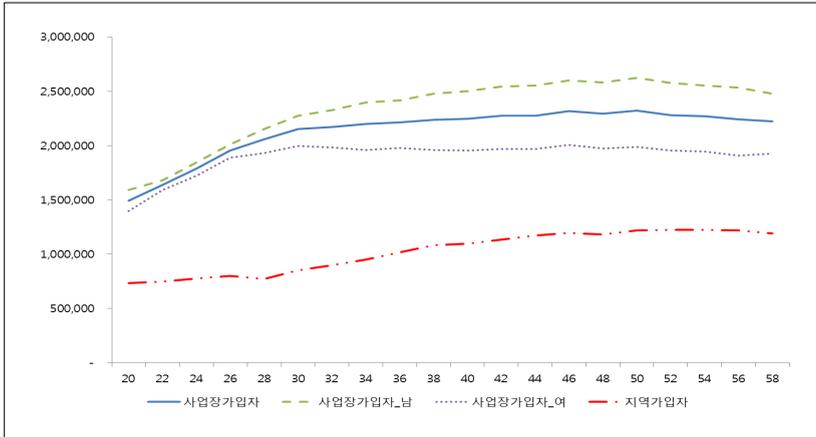
자료: 박지현(2015), p.80.

2. 소득분포를 확률분포로 적합시키는 소득분포의 모형화 연구

국내외 선행연구를 참고하여 소득분포의 모형으로서 가장 많이 제안되는 확률분포로 Dagum, Gen. Logistic, Log-Logistic, Logistic, Lognormal, Gen. Pareto, Pareto 분포를 우선 선정하여 실제 국민연금 합성패널자료의 연령별 소득분포를 이러한 확률분포에 적합시켜 보았다. 또한 이러한 경험적 확률분포의 적합성을 평가하기 위해 적합도(Goodness of Fit)를 측정해 보았다.

적합도를 평가하기 이전에 우선 2015년 기준인 국민연금 합성패널자료의 연령에 따른 소득 변화를 그래프로 확인해 보았다. 그 결과 [그림 2-3]과 같이 사업장가입자의 경우 46~48세 그룹에서 가장 높은 소득에 도달한 후, 그 이후에는 약간 감소하면서 유지되는 패턴을 보이고 있다. 특히 사업장가입자 중 남자는 50~52세에 가장 최고점에 도달하고 있으며, 여자의 경우 46~48세 그룹이 가장 높은 소득에 도달한 후 다시 약간 감소하다가 유지되는 패턴을 보이고 있다. 그와 유사하게 지역가입자 역시 52~54세 그룹의 평균소득이 가장 최고점을 찍고 그 이후 소득이 큰 변동 없이 유지되는 패턴을 보이고 있다.

[그림 2-3] 가입종별 연령대별 평균소득(2015년 가입자 기준)

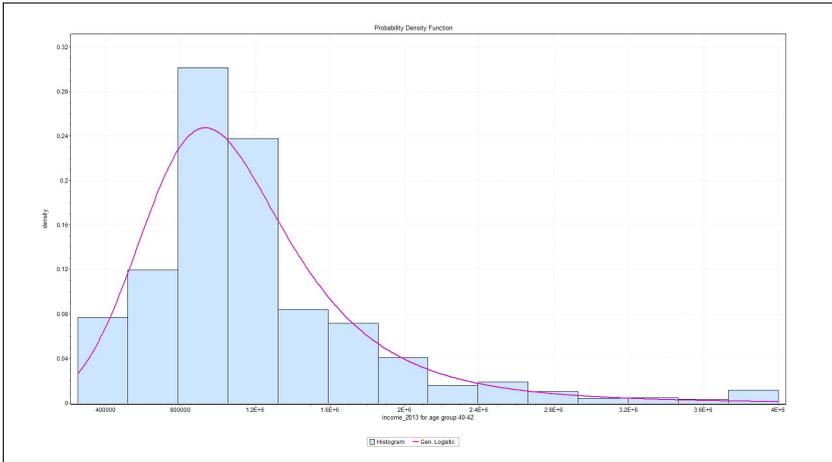


2013년 기준으로 사업장가입자 남자의 연령 그룹별 경험적 소득분포를 확률분포로 적합시킨 결과, 20대 연령 그룹은 대부분 Logistic분포가 가장 적합한 것으로 검정 결과가 나타났으나, 30대~50대는 검정 결과 Gen. Logistic분포가 가장 적합한 것으로 나타났다. 그러나 2015년 기준으로 사업장가입자 남자의 연령 그룹별 경험적 소득분포를 확률분포로 적합시킨 결과(표 2-2 참조), 20대 연령 그룹은 대부분 Log-Logistic분포에 가장 적합한 것으로 검정 결과가 나타났으나, 30대~50대는 Gen. Logistic분포가 가장 적합한 것으로 검정 결과 나타났다(확률분포 적합 시 EasyFit 프로그램을 이용하여 분석함).

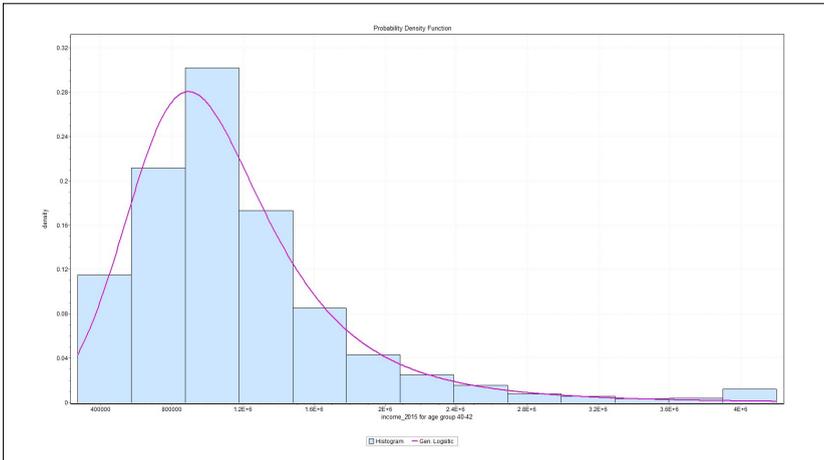
이와 같이 연도별, 연령별 소득분포를 모형화할 수 있는 확률분포와 그에 대한 모수들을 추정할 수 있게 된다면 현재 재정추계 시 평균소득만을 이용한 보험료 수입 및 급여 지출 금액을 좀 더 세분화하여 전망할 수 있을 것이다. 단, EasyFit 프로그램에서는 모수 추정 시 MLE(Maximum Likelihood Estimation) 또는 MME(Method of Moments Estimation)를 사용하고 있다. 소득과 가입기간에는 상당한 상관관계가 존재하기 때문

에, 추후에는 상관관계를 반영한 결합분포 추정 연구도 함께 진행하여 추계방법론으로 제시하고자 한다.

[그림 2-4] 사업장가입자 40~42세(남자, 2013년 기준) 그룹의 소득분포

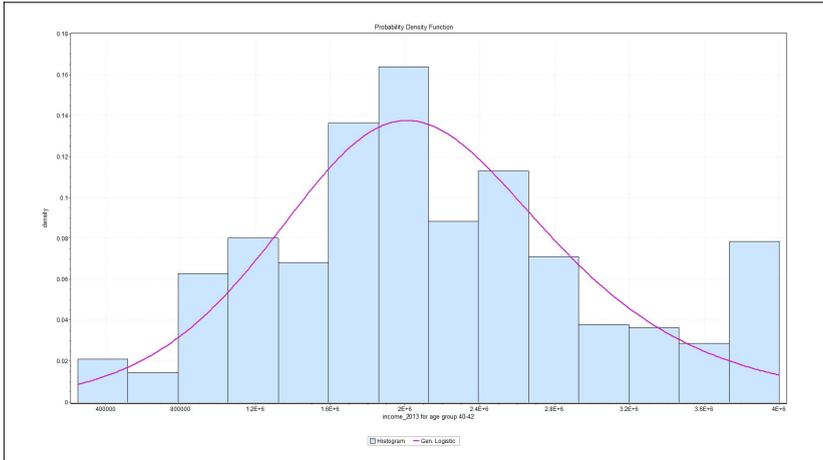


[그림 2-5] 사업장가입자 40~42세(남자, 2015년 기준) 그룹의 소득분포

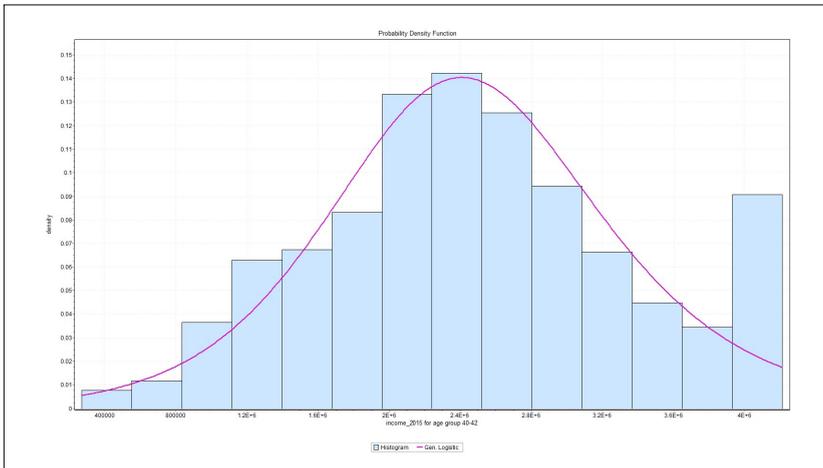


38 인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형 개발을 위한 연구

[그림 2-6] 지역가입자 40~42세(남자, 2013년 기준) 그룹의 소득분포



[그림 2-7] 지역가입자 40~42세(남자, 2015년 기준) 그룹의 소득분포



〈표 2-2〉 사업장가입자 40~42세(남자, 2015년 기준) 그룹의 소득에 대한 적합결과 및 적합도

분포	Parameters	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared	
		Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank
Dagum	k=181.6 a=0.76124 b=90.629	0.6825	7	7178	7	48690	6
Gen. Logistic	k=0.23763 s=2.8552E+5 m=1.0246E+6	0.06433	1	55.97	1	407.79	1
Gen. Pareto	k=-0.232 s=8.6308E+5 m=4.4338E+5	0.11226	4	2564.7	6	N/A	
Log-Logistic	a=3.2454 b=9.9576E+5	0.09181	2	102.53	2	827.04	2
Logistic	s=3.5019E+5 m=1.1439E+6	0.1608	5	231.57	4	1577.3	4
Lognormal	s=0.54262 m=13.811	0.103	3	152.22	3	1339.2	3
Pareto	a=0.76613 b=2.7000E+5	0.34337	6	2431.2	5	11583	5

〈표 2-3〉 지역가입자 40~42세(남자, 2015년 기준) 그룹의 소득에 대한 적합결과 및 적합도

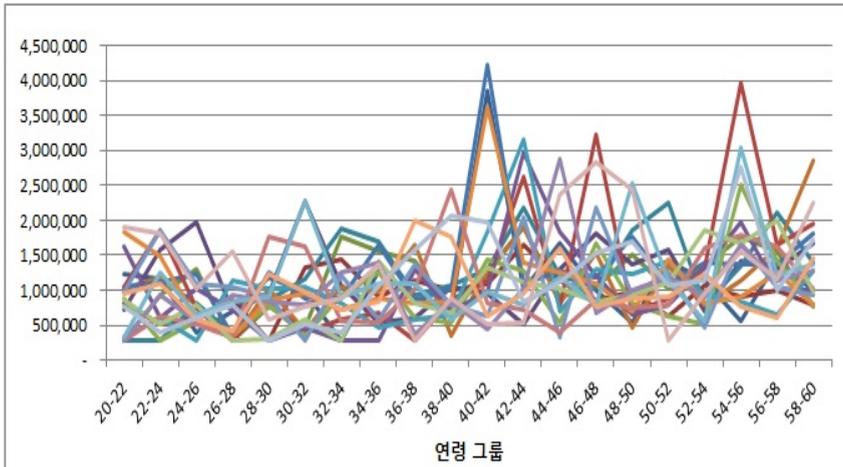
분포	Parameters	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared	
		Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank
Dagum	k=233.02 a=0.73598 b=53.5	0.81567	7	11940	7	71833	6
Gen. Logistic	k=0.04418 s=5.0244E+5 m=2.4510E+6	0.03714	1	25.668	1	183.72	1
Gen. Pareto	k=-0.83074 s=2.6122E+6 m=1.0608E+6	0.07237	3	2378.2	5	N/A	
Log-Logistic	a=4.1653 b=2.3054E+6	0.07528	4	85.085	3	372.71	3
Logistic	s=4.9030E+5 m=2.4876E+6	0.04329	2	45.901	2	279.15	2
Lognormal	s=0.41876 m=14.651	0.08192	5	98.202	4	507.38	4
Pareto	a=0.46627 b=2.7000E+5	0.4326	6	2724.5	6	22467	5

제4절 연령-소득 프로파일 생성

1. 추정된 연령별 소득분포를 이용한 연령-소득 프로파일 생성

3절에서는 가입종별, 연령별로 실제 국민연금 이력자료를 이용하여 소득분포를 설명할 수 있는 각각의 확률분포를 추정하였다. 이렇게 소득분포를 모형화한다면 재정계산뿐만 아니라 개인별 국민연금의 수입·지출을 비교한 분석 역시 용이해질 것이다. 다음으로는 3절에서 추정된 연령별 소득분포들로부터 각각 1,000번 무작위로 소득을 뽑아 내어 연령-소득 프로파일을 생성해 보았다.

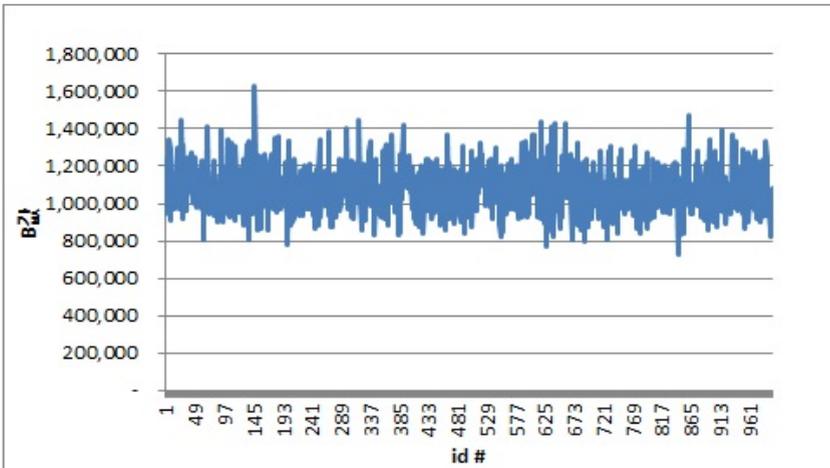
[그림 2-8] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(20개)



[그림 2-8]은 1,000개의 무작위 연령-소득 프로파일 중 일부인 20개 샘플에 대한 그래프이다. 이 그래프상의 소득은 모두 2015년 불변가 기준이다. 또한 각 연령별 분포로부터 1,000개의 샘플을 무작위로 각각 추

출하다 보니 전체 연령의 곡선이 [그림 2-3]과 같이 부드럽게 연결된 곡선의 형태로 나타나지 않았다. 그러나 연령별 소득분포로부터 샘플을 추출할 때 무작위로 추출하기보다는 소득계층 이동을 반영하여 추출한다면 [그림 2-3]에 좀 더 유사한 곡선을 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 다음의 [그림 2-9]는 [그림 2-8]과 같은 총 1,000개의 개인단위의 연령-소득 프로파일을 이용하여 수급직전 시점을 기준으로 하여 계산한 B값(20세~59세 총 40년 가입기간 가정, 2015년 불변가 기준)을 나타낸 것이다. 이때 B값의 평균은 1,077,550원(2015년 불변가 기준)이고, 표준편차는 124,300원(2015년 불변가 기준)이다.

[그림 2-9] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(1000개 샘플)을 이용한 B값(2015년 불변가 기준)



앞에서는 연령별 소득분포로부터 각각 소득을 생성하여 20세~59세의 소득 프로파일을 만드는 방법 및 결과를 소개하였다. 이번에는 소득분위를 구분하여 전 가입기간에 소득분위의 이동이 없다고 가정하고 생성한 소득 프로파일을 소개하고자 한다. 여기서 소득분위의 이동이 없다고 가

정한 이유는 추정 과정의 복잡성을 피하고자 한 것이나, 본고 후반에서 제시하는 실제 국민연금의 데이터를 이용한 소득분위 이동 상태를 확인 하면, 그 가정을 이용한 결과의 해석에 유의해야 할 필요가 있음을 알 수 있다. 따라서 여기서 제시하는 방법은 다양한 소득 프로파일 생성 방법의 하나로서 시도해 본 것으로만 의의를 두고자 한다.

각 연령별로 소득분포를 4개의 분위로 구분하였다. 예를 들면 가입 초기에 1분위에 속해 있는 가입자는 가입기간 내내 1분위에 속해 있다고 가정하였고, 1분위에 속하는 가입자는 연령별로 추정된 소득분포로부터 분포의 누적분포 값이 25% 이하에서 소득을 생성하도록 하였다. 2분위에 속하는 가입자는 누적분포 값이 25% 초과, 50% 이하에 속한 것으로, 3분위에 속하는 가입자는 누적분포 값이 50% 초과, 75% 이하에 속한 것으로, 4분위에 속하는 가입자는 누적분포 값이 75% 초과인 범위에 속한 것으로 가정하였다. 단, 하한액과 상한액(2015년 기준)을 모두 적용하여 수치를 다시 변환하도록 하였다.

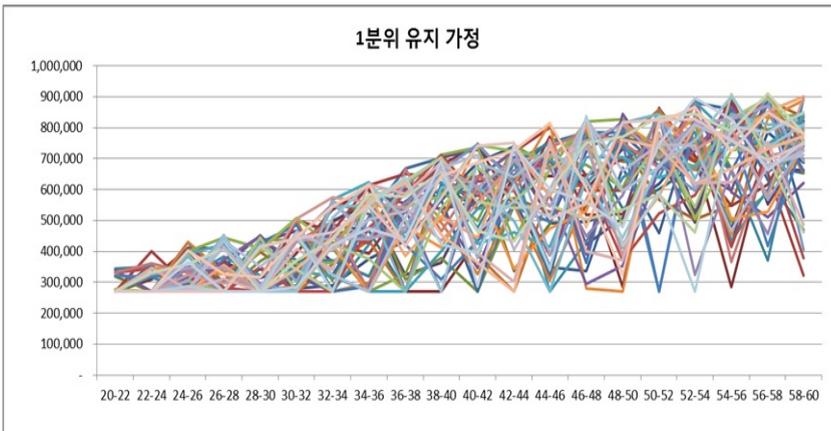
무작위로 소득 프로파일을 생성하기 위해서 우선 각 연령별 소득분포의 누적분포 값을 각 분위별로 무작위로 생성하였다. 그런 후 3절에서 생성한 각 연령별 소득분포의 역함수에 무작위로 생성된 누적분포 함수값을 입력하여 소득값을 역으로 산출하였다. 그 결과 다음의 네 개의 그래프와 같이 연령-소득 프로파일을 생성할 수 있었다. 1분위와 4분위 유지 가정은 2분위, 3분위 유지 가정보다는 전 연령의 소득 프로파일이 부드럽게 이어진 곡선의 형태로 나오기보다는 소득의 격차가 연령별로 다양하게 나타났다.

앞서 소개한 것과 같이 연령별 소득분포를 추정할 수 있다면 이를 이용한 개인별 연령-소득 프로파일 생성이 매우 용이해진다. 이렇게 생성된 소득 프로파일을 재정추계 모형에서 활용하기 위해서는 모형의 적합성을

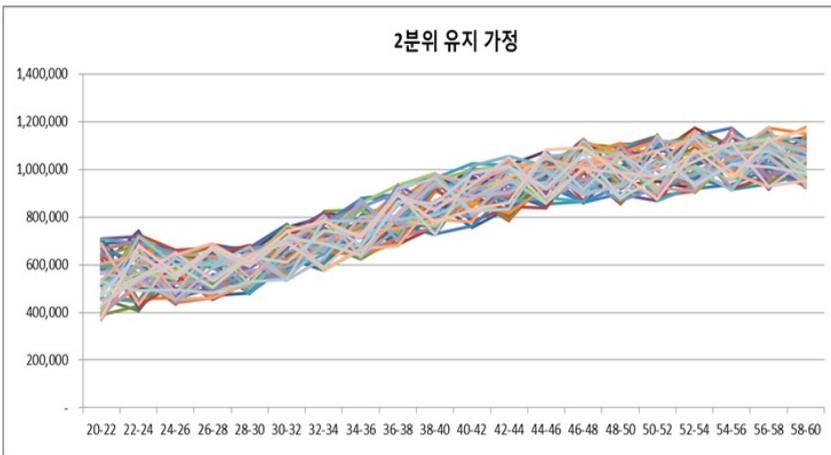
평가할 필요가 있다.

다음에서는 이러한 소득 프로파일 생성 방법을 이용하여 가입자들의 수입/지출 규모를 간단히 테스트해 보고자 한다.

[그림 2-10] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(50개 샘플), 전 가입기간 소득계층 1분위 유지 가정

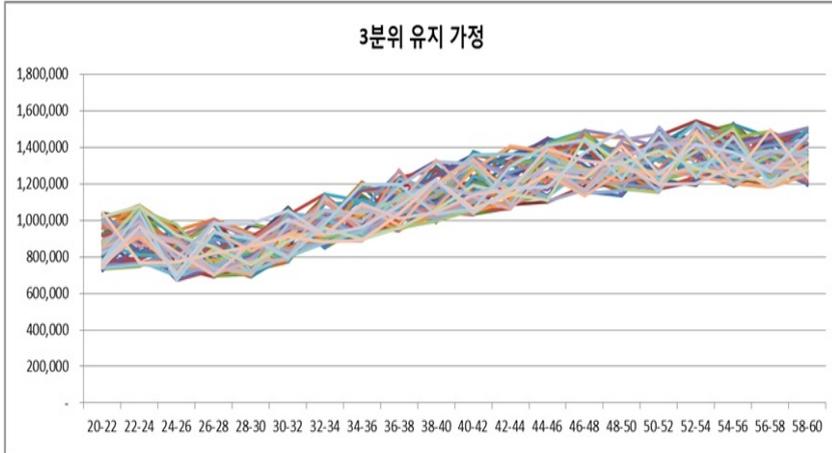


[그림 2-11] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(50개 샘플), 전 가입기간 소득계층 2분위 유지 가정

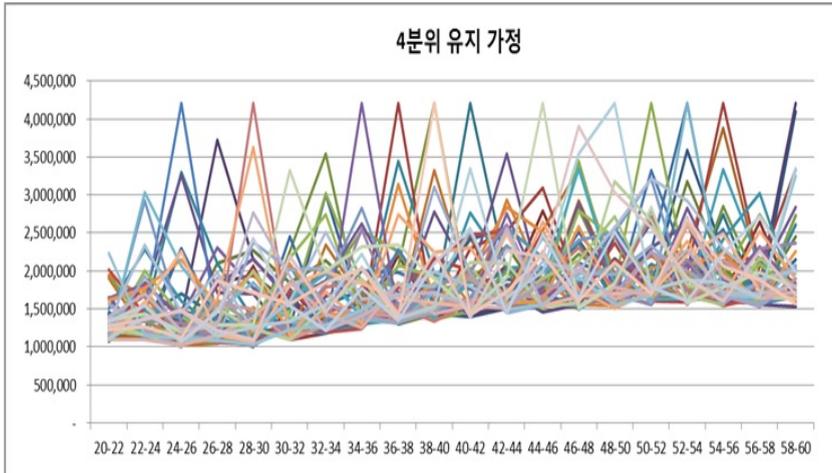


44 인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형 개발을 위한 연구

[그림 2-12] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(50개 샘플), 전 가입기간 소득계층 3분위 유지 가정



[그림 2-13] 사업장가입자 남자 연령-소득 프로파일(50개 샘플), 전 가입기간 소득계층 4분위 유지 가정



2. 가입자의 수입과 지출 시뮬레이션을 통한 추계모형 적용 가능 여부 검토

3절에서는 가입자의 연령별 소득분포를 추정하였다. 또한 4절 앞부분에서는 이러한 소득분포로부터 연령-소득 프로파일을 생성하는 방법으로, 완전히 무작위로 추출하는 방법과 소득분위 유지 가정하에 무작위로 추출하는 방법을 소개하였다. 이와 같이 3, 4절에서 소개한 방법과 실제 재정추계 모형에서 사용하고 있는 가입자의 평균소득을 이용한 수입/지출 시뮬레이션을 통해, 이 연구의 한계와 앞으로 추가하여 진행할 연구 방향에 대해 심도 있게 논의해 보고자 한다.

〈표 2-4〉 사업장가입자 남자의 수입/지출 시뮬레이션

총지출 ¹⁾ (1000개 샘플 이용 계산)	2060년 불변가 기준(65세)	2015년 불변가 기준(20세)	오차비율 ⁵⁾
분위값 이용 ²⁾	32,902,681,286	3,776,294,514	-7.687%
분위의 평균 이용 ³⁾	35,674,421,545	4,094,411,674	0.089%
전체 평균 이용 ⁴⁾	35,642,572,955	4,090,756,359	2.334E-07%
전체 샘플 이용	35,642,572,872	4,090,756,349	
총수입 (1000개 샘플 이용 계산)	2060년 불변가 기준(65세)	2015년 불변가 기준(20세)	오차비율
분위값 이용	322,186,799,004	35,542,553,490	-23.647%
분위의 평균 이용	423,128,544,413	46,678,104,036	0.275%
전체 평균 이용	421,968,676,619	46,550,151,360	7.181E-07%
전체 샘플 이용	421,968,673,589	46,550,151,026	

- 주: 1) 1,000개의 샘플을 이용하여 계산함. 20세(2015년)~59세(2054년) 총 40년을 가입기간으로 가정함. 연금 수급 시점은 65세(2060년)부터로 가정함. 가입기간의 사망률, 이자율 모두 0%로 가정함. 2060년 불변가는 A값 상승률을 이용함.
 2) 연령별 백분위 수 1, 25, 50, 75가 평생 유지된다고 가정함.
 3) 4분위의 평균값을 구하여 평생 동일 분위 안에 포함되어 유지된다고 가정함.
 4) 연령별 소득의 평균값을 각 연령-소득 프로파일로 가정함.
 5) 오차비율은 전체 샘플을 이용한 값 대비 해당 방법을 적용한 값의 비율임.[예: (분위값 이용 - 전체 샘플 이용)/(전체 샘플 이용)]

〈표 2-4〉에서는 3절에서 추정된 연령별 소득분포로부터 각 연령별로 소득을 1,000개씩 추출하여 산출한 총수입, 총지출을 기준값으로 설정하였다. 그런 후 4절 앞부분에서 제시한 연령-소득 프로파일 생성 방법을 이용하여 수입과 지출의 규모를 산출하는 시뮬레이션을 진행하였다. 그 결과 현재 재정추계 모형에서 연령별 평균 소득을 이용하는 방법인 〈표 2-4〉의 ‘전체 평균 이용’ 총수입, 총지출 규모는 실제값(기준값으로 설정한 값)으로 가정한 1,000개의 샘플로부터 얻은(〈표 2-4〉의 ‘전체 샘플 이용’) 총수입, 총지출과 수치가 거의 유사하였다. 또한, 각 분위가 평생 유지된다고 가정한 〈표 2-4〉의 ‘분위의 평균 이용’의 총수입, 총지출 역시 기준값과 크게 다르지 않아 평균값을 사용하는 대안으로 적용해 볼 만했다. 마지막으로 〈표 2-4〉의 ‘분위값 이용’은 ‘분위의 평균 이용’과 유사하나 각 분위별(총 4개의 분위로 구분함.) 평균소득을 사용하는 대신, 각 분위의 최소값을 사용하여 총수입과 총지출을 산출하였기 때문에 그 전체 값들이 ‘분위의 평균 이용’ 결과보다 작을 수밖에 없었다. 이 방법은 다양한 연령-소득 프로파일 생성을 제시하기 위해 추가적으로 적용해 본 결과이다.

〈표 2-4〉의 간단한 총수입/총지출 계산 시뮬레이션 결과에서는 소득 분위 유지 가정을 이용할 경우에 실제 값들을 이용한 결과와 큰 오차가 발생하지는 않으나 여전히 연령별 평균 소득을 이용하는 것보다 그 방법의 장점을 찾기는 힘들었다. 따라서 다음 소절에서 살펴볼 실제 국민연금 가입자의 소득계층 전이 형태를 참고하여 오차는 줄이면서 전체 평균 이용 방법보다 다양한 소득계층별 총지출 규모를 동시에 살펴볼 수 있는 방법론에 대한 추가적인 연구의 필요성을 강조하고자 한다.

3. 국민연금 가입자의 소득계층 전이 형태

앞서 진행한 연구에서는 연령별 소득분포를 확률분포로 적합시켜 소득 분포를 모형화하는 방법론을 연구하였으나, 이번 절에서는 국민연금 합성패널(2015년 가입자 기준) 자료를 이용하여 재정추계 시 초기 실적치로 적용할 수 있는 2015년 평균소득 대신, 소득의 연령-소득분포로부터 가입자의 소득을 네 가지의 분위로 구분하여 각 분위별 평균소득을 사용하는 방법에 대해서 논하고자 한다.

일반적으로 가입자의 소득은 매년 소득계층이 변화하기 때문에 이에 따라 분포가 이동되는 효과를 분포 모형화할 때 적용하는 것은 매우 곤란하다. 그리하여 대부분의 선행연구에서는 가입자의 연도별 소득계층의 변화가 없다는 가정을 주로 사용하였다. 그런데 본고에서는 그러한 가정을 사용하기 전에 우선 실제로 소득계층 변화가 어떤 식으로 발생하는지 살펴봄으로써 연도별 소득계층 변화가 없다는 가정을 적용하는 것이 타당한지 확인하고자 한다.

〈표 2-5〉~〈표 2-8〉, 〈표 2-9〉~〈표 2-10〉은 가입자의 소득을 1~4분위로 나누어 t 연도에서 2년 후인 $t+2$ 연도로 이동할 때에 소득 분위의 이동이 실제로 어떻게 발생하였는지 보여 주는 표이다. 특히 〈표 2-9〉에서 볼 수 있듯이, 사업장가입자 남자의 경우에는 1 또는 2분위에 속해 있던 가입자는 전 연령에서 그 위 분위로 이동할 확률이 기존 소득분위를 유지할 확률 다음으로 높았다. 그러나 3분위에 있는 가입자의 경우에는 40대 중반까지는 그 바로 아래 분위인 2분위로 내려갈 확률이 3분위 그대로 유지할 확률 다음으로 높다가, 40대 중반 이후에는 위 분위인 4분위로 올라갈 확률이 두 번째로 높아졌다. 4분위에 속해 있는 가입자의 경우에는 전 연령에서 아래 분위로 내려갈 확률이 그대로 유지할 확률 다

음으로 높았다.

〈표 2-10〉은 지역가입자 여자의 경우로, 1분위에 속해 있던 가입자는 그 위 분위로 올라갈 확률이 1분위 그대로 유지할 확률 다음으로 높았다. 그러나 2분위에 속해 있던 가입자는 40대부터 그 아래 분위인 1분위로 내려갈 확률이 2분위 그대로 유지할 확률 다음으로 높았다. 3, 4분위에 속해 있던 가입자의 경우에는 그 아래 분위로 내려갈 확률이 기존 분위기를 유지할 확률 다음으로 높았다.

〈표 2-9〉의 가입자와 달리 사업장가입자 여자와 지역가입자 남자의 경우에는 1, 2분위에 속해 있던 가입자는 그 위 분위로 올라갈 확률이 기존 분위기를 유지할 확률 다음으로 높았고, 3, 4분위에 속해 있는 가입자는 그 아래 분위로 내려갈 확률이 기존 분위기를 유지할 확률 다음으로 높았다.

소득분위를 4개로 나누어 매 연도마다 소득분위 이동을 그대로 고려하여 적용하게 된다면 가입 가능기간인 만 18세부터 59세까지의 소득분위 이동 가능 경로가 총 4^{21} (18세부터 2세 단위로 연령 그룹을 구분하고, 2년 단위로 소득분위 이동이 있다고 가정할 경우)가지로 너무 많고 복잡하여 재정추계 모형에는 적합하지 않을 수 있다. 따라서 본고에서는 기존 재정추계 모형에서 평균소득만 이용하는 것에 추가적으로 4분위로 나눈 각 분위의 평균소득들을 추가하여 4가지 연령-소득 프로파일을 만들 수 있다고 가정하였다. 또한 추가적으로 〈표 2-8〉, 〈표 2-9〉에서 나타난 특성을 반영하여 사업장가입자 남자의 경우, 3분위에서 시작한 가입자들을 40대 중반(44세 이상)부터 4분위 소득계층으로 올라가는 경로를 하나 더 추가해 보고, 지역가입자 여자의 경우, 2분위에서 시작한 가입자들을 40세부터 1분위 소득계층으로 내려가는 경로를 하나 더 추가하여 최대 총 7가지 경로의 연령-소득 프로파일을 만들었다(평균소득 유지 가정 포함). 〈표 2-11〉은 이러한 방식으로 생성한 사업장가입자 남자의 만 18세~59

세까지의 연령-소득 프로파일이며 금액은 2015년 기준 불변가이다.

이 절에서는 다양한 소득 프로파일 생성 결과를 보여 주고 있다. 국민연금 가입자 중 2015년 가입자 기준으로 살펴본 이력자료를 활용하여 분석한 것이 전체 가입자를 대표할 수는 없지만, 가입자의 소득계층 전이가 있는 것은 분명하다고 할 수 있다. 비록 가입초기 소득계층이 그대로 유지되는 비중이 다른 계층으로 이동하는 비중보다 높은 편이기는 하지만 소득계층이 그대로 유지된다는 가정하에 소득 프로파일을 생성하여 그 결과를 기금의 총수입 및 총지출 산출 시 적용하는 것에는 한계점이 분명히 존재한다. 따라서 재정추계 모형은 소득분포를 고려할 때 모형의 복잡성보다는 간결하면서 전체를 대표할 수 있는 값을 제공하는 방법론을 적용하는 것이 알맞지만, 좀 더 다양한 가입자의 소득과 이에 따른 다양한 급여액 및 지출을 산출하기 위해서는 소득계층 이동을 반영한 소득 프로파일을 생성하는 것이 중요하다고 본다. 이러한 소득계층 이동을 반영한 소득 프로파일 생성 방법 및 추계모형에 적용에 대해서는 추후 과제에서 좀 더 심도 있게 다루고자 한다.

〈표 2-5〉 사업장가입자 남자의 연령별 소득분위 이동 비중

(단위: %)

age group	(age to age+2)															
	1분위				2분위				3분위				4분위			
	(age+2 to age+4)				(age+2 to age+4)				(age+2 to age+4)				(age+2 to age+4)			
18-20	1분위	2분위	3분위	4분위												
	44.32	19.18	20.42	16.08	20.11	33.42	32.16	14.30	18.29	25.64	36.10	19.97	25.53	15.82	23.28	35.37
20-22	38.10	24.27	21.46	16.17	11.55	40.01	32.56	15.87	10.91	32.87	38.91	17.30	17.68	16.08	27.24	39.00
24-26	43.30	24.15	16.65	15.90	14.55	43.07	28.56	13.81	10.27	27.98	38.71	23.04	13.19	15.67	23.46	47.68
28-30	58.06	21.08	12.56	8.30	19.84	46.24	24.18	9.75	8.18	25.53	43.66	22.63	9.03	9.26	21.45	60.26
30-32	60.94	21.43	11.25	6.38	18.69	48.39	24.59	8.34	7.58	23.22	46.69	22.51	8.38	7.86	19.79	63.97
34-36	64.49	21.12	9.26	5.13	17.54	51.84	23.13	7.49	6.84	20.30	51.17	21.69	7.36	6.41	17.80	68.43
38-40	69.15	19.23	7.13	4.48	17.13	55.43	20.97	6.47	6.08	20.27	54.15	19.50	7.20	5.98	16.10	70.72
40-42	70.31	17.71	7.48	4.50	15.92	56.92	21.00	6.16	5.65	18.52	57.31	18.52	6.50	5.53	15.98	71.98
44-46	74.67	15.52	5.98	3.84	14.00	62.71	18.25	5.03	5.13	15.26	62.96	16.65	5.89	5.08	14.23	74.79
48-50	76.75	14.74	5.00	3.51	11.68	66.78	16.99	4.55	4.76	14.37	65.00	15.87	5.57	4.73	12.95	76.76
50-52	77.78	14.37	4.40	3.45	11.47	67.22	16.85	4.46	4.67	12.71	66.49	16.13	5.18	4.44	13.66	76.72
54-56	81.06	12.09	3.89	2.96	10.17	70.28	15.24	4.31	3.26	11.56	70.09	15.09	4.53	5.52	10.82	79.12
56-58	82.34	11.84	3.10	2.73	9.53	71.14	15.40	3.93	3.28	10.07	71.53	15.11	4.72	5.74	10.60	78.94

〈표 2-6〉 사업장가입자 여자의 연령별 소득분위 이동 비중

(단위: %)

age group	(age to age+2)															
	1분위 (age+2 to age+4)				2분위 (age+2 to age+4)				3분위 (age+2 to age+4)				4분위 (age+2 to age+4)			
	1분위	2분위	3분위	4분위												
18-20	36.92	26.50	19.08	17.49	18.39	37.56	26.66	17.39	13.71	28.07	36.29	21.93	16.20	16.45	23.63	43.71
20-22	42.77	26.98	18.02	12.23	18.46	44.90	24.84	11.80	11.92	28.20	39.45	20.44	14.95	13.40	21.19	50.47
24-26	48.50	25.18	15.89	10.44	16.82	45.73	26.84	10.61	10.64	23.59	42.76	23.02	12.43	11.30	22.24	54.04
28-30	60.71	18.50	12.21	8.58	20.31	51.16	20.82	7.70	7.57	24.27	46.98	21.18	8.74	8.26	19.94	63.06
30-32	62.20	19.15	11.24	7.41	19.88	52.07	20.15	7.89	6.53	24.62	48.46	20.38	8.13	8.06	19.94	63.87
34-36	64.45	18.42	10.58	6.55	19.56	53.17	18.77	8.50	6.58	22.36	51.82	19.25	6.24	6.80	20.04	66.92
38-40	67.37	17.13	9.05	6.45	17.97	55.75	18.25	8.03	5.78	23.95	52.34	17.93	5.60	6.28	19.98	68.15
40-42	67.70	17.11	8.65	6.54	19.27	55.95	17.30	7.48	5.70	23.05	53.39	17.86	5.11	5.97	19.70	69.22
44-46	70.78	16.78	7.30	5.14	16.50	59.21	17.37	6.92	5.71	17.32	59.87	17.10	4.84	4.86	17.30	73.00
48-50	74.69	14.66	5.64	5.01	15.32	60.96	17.13	6.59	5.16	17.00	62.04	15.80	4.50	4.72	15.92	74.86
50-52	72.97	16.30	5.74	4.99	14.05	61.80	17.45	6.70	5.14	16.06	63.67	15.12	4.14	4.80	16.18	74.89
54-56	75.59	14.77	5.74	3.90	12.22	65.51	15.60	6.67	3.73	13.22	67.12	15.93	3.21	5.24	15.44	76.12
56-58	77.39	12.46	6.26	3.89	19.34	60.14	14.56	5.96	3.88	14.04	68.30	13.78	3.59	3.90	14.61	77.91

〈표 2-7〉 지역가입자 남자의 연령별 소득분위 이동 비중

(단위: %)

age group	(age to age+2)															
	1분위 (age+2 to age+4)				2분위 (age+2 to age+4)				3분위 (age+2 to age+4)				4분위 (age+2 to age+4)			
	1분위	2분위	3분위	4분위												
18-20	40.98	23.27	19.53	16.22	19.27	35.39	31.07	14.26	17.85	24.36	37.99	19.80	22.10	15.42	23.97	38.51
20-22	33.58	27.36	22.40	16.66	12.98	41.04	30.14	15.84	11.51	32.06	38.02	18.41	14.59	17.18	28.07	40.16
24-26	40.96	27.44	18.24	13.37	19.85	37.80	28.29	14.06	12.26	26.91	38.21	22.63	11.59	14.03	23.95	50.43
28-30	56.76	24.81	11.63	6.79	22.72	43.23	25.62	8.43	9.17	24.32	45.23	21.28	6.81	7.96	20.12	65.11
30-32	60.09	24.91	9.60	5.41	22.30	46.37	23.85	7.48	7.94	23.62	48.19	20.26	5.83	6.33	18.53	69.31
34-36	65.11	22.80	7.70	4.39	19.71	50.60	23.70	5.99	6.60	21.32	53.34	18.75	4.32	5.31	17.27	73.11
38-40	68.17	20.96	6.77	4.09	19.39	53.48	21.53	5.61	5.31	21.01	56.18	17.50	4.29	4.22	17.08	74.41
40-42	69.32	20.09	6.60	3.98	18.40	55.48	21.29	4.83	5.36	20.34	56.49	17.81	4.20	4.05	17.29	74.46
44-46	71.61	19.36	5.46	3.57	18.06	59.61	18.51	3.82	5.01	19.25	60.03	15.70	3.37	3.33	15.83	77.48
48-50	73.01	18.13	5.42	3.44	17.28	60.32	18.49	3.91	4.41	18.75	61.51	15.33	2.90	3.39	16.01	77.69
50-52	73.19	18.21	5.46	3.14	17.92	60.37	17.80	3.91	4.23	18.44	61.63	15.70	3.06	3.20	15.71	78.03
54-56	73.53	18.23	4.90	3.34	17.89	59.72	18.26	4.13	4.17	18.66	62.14	15.03	2.87	3.73	15.38	78.02
56-58	71.75	17.94	6.45	3.86	18.45	59.91	17.68	3.96	4.27	19.51	61.03	15.19	3.05	3.30	15.96	77.69

〈표 2-8〉 지역가입자 여자의 연령별 소득분위 이동 비중

(단위: %)

age group	(age to age+2)															
	1분위				2분위				3분위				4분위			
	(age+2 to age+4)				(age+2 to age+4)				(age+2 to age+4)				(age+2 to age+4)			
	1분위	2분위	3분위	4분위												
18-20	37.24	27.44	17.38	17.94	19.55	35.80	26.46	18.19	14.93	25.47	36.14	23.47	12.24	17.50	23.58	46.68
20-22	42.55	27.98	17.28	12.18	21.16	37.29	27.84	13.71	12.90	25.53	39.01	22.56	12.45	12.80	21.19	53.56
24-26	49.09	27.34	14.89	8.68	21.98	42.17	25.07	10.78	11.71	23.91	42.40	21.98	9.14	9.91	19.95	61.01
28-30	57.44	25.22	11.08	6.26	20.84	46.84	24.58	7.75	7.80	24.67	46.75	20.78	5.39	6.41	17.59	70.61
30-32	57.89	24.87	11.14	6.09	20.90	47.12	24.18	7.80	8.03	22.32	49.49	20.16	4.78	5.06	17.09	73.08
34-36	57.77	24.29	11.65	6.29	21.45	50.00	21.51	7.04	6.78	23.22	51.04	18.96	4.45	4.27	17.33	73.94
38-40	59.03	23.56	11.01	6.39	21.02	51.85	20.51	6.62	6.83	24.43	50.41	18.33	4.02	4.13	18.46	73.40
40-42	61.08	22.09	10.59	6.23	20.48	52.90	20.30	6.32	7.15	23.66	51.86	17.33	3.84	4.33	18.73	73.10
44-46	63.24	20.80	10.58	5.37	20.92	55.07	18.26	5.76	6.27	21.56	55.41	16.76	3.61	3.45	17.70	75.24
48-50	64.56	21.33	9.23	4.88	19.27	57.02	18.54	5.17	6.23	18.26	59.34	16.17	3.88	3.60	16.28	76.24
50-52	63.91	21.41	9.51	5.17	20.97	56.74	16.95	5.34	6.43	19.68	58.09	15.79	3.60	3.24	17.05	76.11
54-56	63.34	23.67	8.80	4.19	22.24	55.71	17.91	4.14	6.80	17.86	59.83	15.52	3.30	3.52	14.73	78.45
56-58	62.02	23.48	9.93	4.57	23.88	51.93	18.99	5.20	8.43	19.78	56.26	15.52	3.78	4.10	16.00	76.12

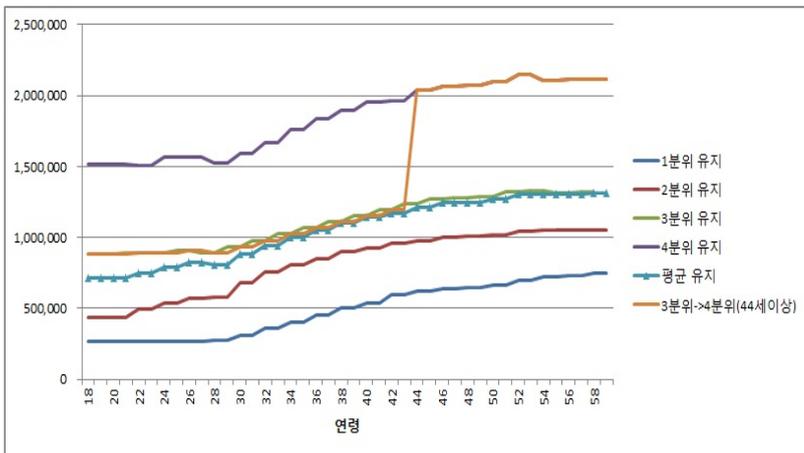
56 인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형 개발을 위한 연구

〈표 2-11〉 사업장가입자 남자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)

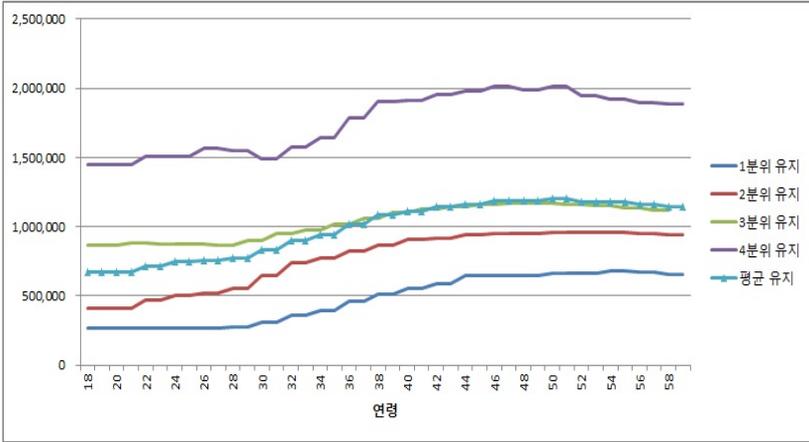
(단위: 원)

	18세	24세	28세	32세	36세	40세
1분위 유지	270,000	270,000	272,759.6	357,471.4	456,369.9	541,663
2분위 유지	438,647.1	538,009.7	576,497.2	753,132.1	851,672.2	921,629.7
3분위 유지	884,013.3	895,604.4	888,572.2	978,748.3	1,071,627	1,155,119
4분위 유지	1,514,904	1,567,612	1,524,930	1,667,869	1,834,409	1,956,499
평균 유지	713,871.4	792,725.6	805,160.5	939,035.5	1,053,416	1,143,560
3분위=>4분위 (44세 이상)	884,013.3	895,604.4	888,572.2	978,748.3	1,071,627	1,155,119
	44세	48세	52세	56세	59세	
1분위 유지	621,372.9	644,341.7	701,126.4	733,943	750,142.9	X
2분위 유지	973,965.3	1,006,554	1,042,846	1,050,018	1,055,119	
3분위 유지	1,236,179	1,278,849	1,324,635	1,316,511	1,320,619	
4분위 유지	2,035,392	2,071,828	2,152,554	2,115,015	2,117,335	
평균 유지	1,216,662	1,250,393	1,305,191	1,303,872	1,310,740	
3분위=>4분위 (44세 이상)	2,035,392	2,071,828	2,152,554	2,115,015	2,117,335	

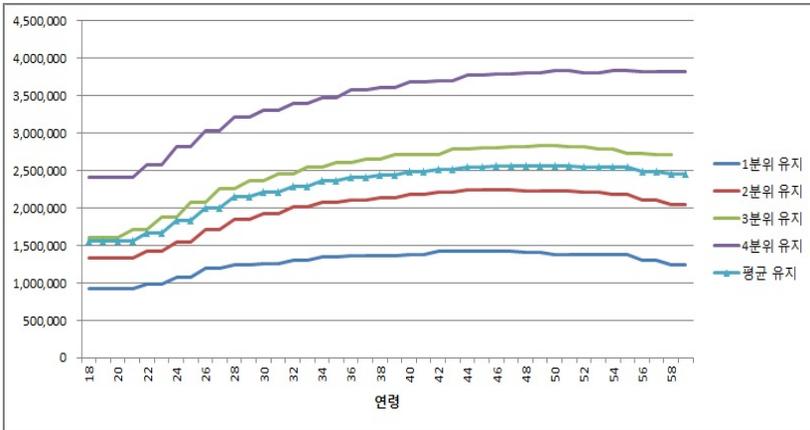
[그림 2-14] 사업장가입자 남자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)



[그림 2-15] 사업장가입자 여자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)

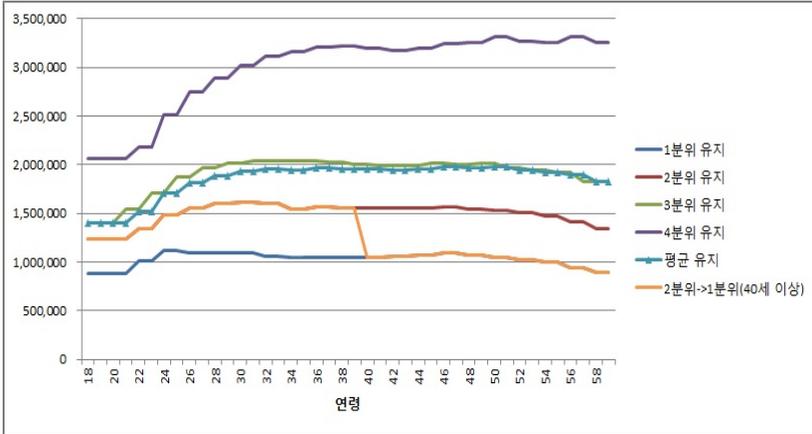


[그림 2-16] 지역가입자 남자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)



58 인구구조 변화를 고려한 국민연금 재정추계 모형 개발을 위한 연구

[그림 2-17] 지역가입자 여자의 연령-소득 프로파일(2015년 불변가)



제 3 장

기금운용수익률 전망

제1절 현행 기금운용수익률의 가정

제2절 자산배분의 결정

제3절 투자부문 수익률 추계

제4절 기금운용수익률 추계

제5절 소결

3

기금운용수익률 전망 <<

제1절 현행 기금운용수익률의 가정

국민연금 재정계산은 장기적 관점에서 재정건전성을 점검 및 평가 하기 위해 도입된 제도로 2003년을 시작으로 하여 5년 주기로 실시되었으며, 2013년에 제3차 재정계산이 시행되었다. 세 차례의 재정계산에서는 경제성장률, 임금상승률, 금리, 물가상승률 등의 변수들에 대한 가정을 포함한 장기재정추계가 이루어졌으며 변경된 제도 및 경제 상황을 반영하여 가정들이 변화하여 왔다. 그런데 기금운용수익률의 가정은 적립기금 추계를 위해 외생변수로 투입되는 중요한 가정임에도 불구하고 다른 변수들에 비해 상대적으로 가정 설정이 미흡하였다고 본다. 분명히 기금운용수익률 가정에 대한 검토와 조정이 있었지만 변화하는 경제 및 금융투자 환경에 대한 고려가 반영되었는지는 의문이다.

이 절에서는 제3차 재정추계까지의 기금운용수익률의 가정과 문제점을 파악하고자 한다. 그리고 기금운용수익률 가정의 필요성과 중요성을 언급하고, 이를 개선하기 위한 방법을 소개한다.

1. 현행 기금운용수익률 가정과 문제점

제1차 재정추계에서 기금운용수익률은 회사채(3년 만기, AA-) 수익률로 가정하였고, 제2차와 제3차 재정추계에서는 제1차 재정추계 가정의 1.1배로 설정하였다. 이는 회사채(3년 만기, AA-) 수익률의 1.1배 수준을 말한다. 제3차 재정추계 보고서에서는 2006~2011년 회사채 수익률

의 1.1배 평균과 기금운용수익률이 유사한 수준임을 제시함으로써 기금 운용수익률 가정의 근거를 명시하고 있다. 그리고 제2차 재정추계의 가정도 이와 동일한 관점에서 기금운용수익률에 대한 가정이 이루어졌다. 아래는 과거 재정계산 시 사용된 기금운용수익률 가정이다.

〈표 3-1〉 과거 재정계산 기금운용수익률의 가정

(단위: %)

기금운용수익률		2011~ 2020	2021~ 2030	2031~ 2040	2041~ 2050	2051~ 2060	2061~ 2070	2071~ 2083
제3차 재정계산	실질	3.2	3.3	2.9	2.8	2.9	3.0	3.2
	명목	6.3	6.1	5.1	4.8	4.9	5.0	5.2
제2차 재정계산	실질	3.8	3.4	2.8	2.6	2.4	2.2	-
	명목	6.8	5.4	4.8	4.6	4.4	4.2	-
제1차 재정계산	실질	4.0	3.0	2.5		2.0		-
	명목	7.0	6.0	5.5		5.0		-

주: 1) 제시된 기금운용수익률 가정은 해당 기간의 단순평균임.
 2) 제1차 재정계산 2002~2010년 실질/명목 기금운용수익률은 4.5%/7.5%임.
 3) 제1차, 제2차 재정계산 기금운용수익률 가정은 이호선(2013, p.4)에서 재인용하여 정리함.
 자료: 국민연금공단(2013), p.52; 이호선(2013), p.4.

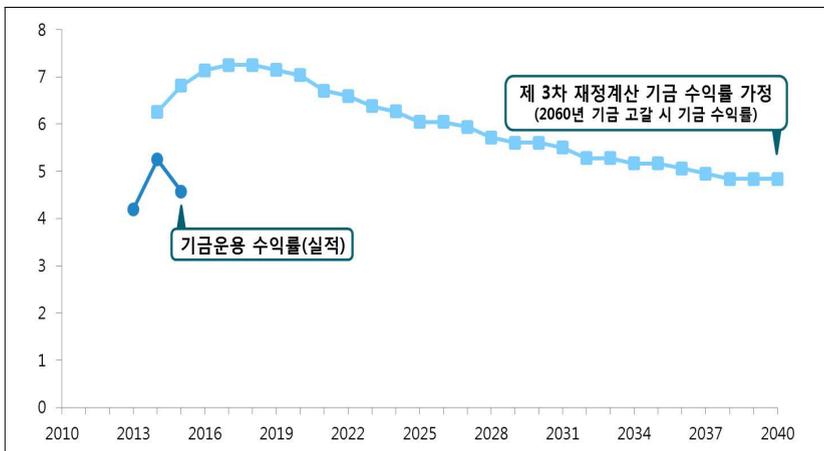
기금운용수익률 가정에는 문제점이 있는데, 우선 제3차 재정추계의 기금운용수익률 가정과 실제 기금운용수익률 간에 차이가 있다는 점을 들 수 있다.

2013년부터 2015년까지 최근 3년간 기금운용수익률은 4.19%, 5.25%, 4.57%를 기록하였고, 이 수치는 2060년 기금고갈 시에 필요한 기금운용수익률(제3차 재정계산 시 사용된 수익률) 가정인 회사채 수익률에 근접한 수준을 보이고 있지만 수익률 간에 차이가 있다.

그리고 미래의 저성장·저금리 기조로 인한 주식 및 채권 수익률의 하락이 예상되는 국내, 해외의 경제 및 금융시장에 대해 철저히 검토하였는지

의문이다. 또한 국민연금기금의 자산배분 비중은 과거와는 크게 다른 양상을 보이고 있는데, 이것이 적절히 반영되었는지 의문이다. 재정추계가 실시된 해의 해외투자 비중을 보면 2003년 0.6%, 2008년 7.2%, 2013년 19.3%로 변화를 보이고 있다. 해외투자 비중은 2003년을 기준으로 하여 10년간 18.7% 포인트가 증가하였으며, 2015년도 해외투자 비중인 24.1%와 비교하면 2003년 대비 23.5% 포인트가 증가하는 매우 큰 변화가 있었다. 또한 주식투자 비중은 2003년 7.8%, 2008년 14.5%, 2013년 30.1%, 대체투자 비중은 2003년 0.2%, 2008년 3.7%, 2013년 9.4%이다. 위험자산 비중은 2003년 8.0%에서 2013년 39.5%로 31.5% 포인트가 증가하였다. 이처럼 위험자산 비중도 해외투자 비중과 같이 과거에 비해 큰 폭으로 증가하였다. 반대로 국내투자 비중과 채권투자 비중이 감소한 것은 자명하다. 이와 같이 단순히 수치만을 검토하더라도 국민연금기금의 자산배분은 과거와 매우 다르다는 것을 알 수 있다.

[그림 3-1] 제3차 재정계산 기금운용수익률 가정과 최근 실적



자료: 한국보건사회연구원(2015), p.16.

그리고 국민연금기금의 자산배분은 금융 투자 환경과 기금 운용 상황이 고려된 투자 정책에 따라 기금운용위원회에서 결정하는데 이 부분이 기금 운용수익률 가정 시에 반영되지 않았다고 본다. 기금운용위원회에서 정한 중기 자산배분 계획은 2020년 주식 40% 내외, 채권 50% 내외, 대체투자 10% 이상으로, 과거와는 다른 자산배분을 계획하고 있기 때문이다.

이호선(2013)의 연구에서는 기금운용수익률 가정에 대해 투자포트폴리오의 다변화를 반영하지 못한 점과 기금운용위원회의 기금운용 방침이 적용되지 못한 점, 과거지향적 관점에서의 예측 등을 문제점으로 지적하고 있다. 그리고 제2차 재정추계 시 기금운용수익률을 논의할 만한 재무·금융 전문가가 부족하였고, 다른 사안들에 밀려 논의 및 검토가 충분히 이루어지지 못했다고 보고 있다. 양준모(2013)에서는 금융위기 등 경제·금융의 급변하는 환경을 잘 반영하지 못했다고 보고 있으며, 자산배분 비중에 따라 기금운용수익률 가정이 달라질 수 있음을 언급하였다.

2. 기금운용수익률 가정의 필요성 및 중요성

기금운용수익률 가정을 위한 가장 좋은 방법은 장기재정목표가 수립되고, 이에 맞는 보험료 수준과 이를 감안한 기금운용수익률 가정이 이루어지는 것이다. 하지만 재정목표의 부재로 인해 기금운용수익률 가정은 이러한 점이 고려되지 않았다. 신성환(2010)은 국민연금의 재정 안정화를 적립금규모/총임금 비율이 일정하게 유지되는 상태로 정의하는 즉, 재정목표를 두는 가정을 하여 목표수익률에 대해 분석하였다. 하지만 합리적인 재정목표 수립이나 목표수익률 설정에 대한 사회적 합의가 없는 상황에서 보험료 수준과의 연계 없이도 기금운용수익률 가정을 하는 것이 필요한 실정이다.

그리고 기금운용수익률 가정은 재정목표 부재라는 근본적인 문제점을 갖고 있지만 재정추계 시 적립기금의 추계에서 기금고갈과 미래의 국민연금 재정에 매우 중요한 요소로 작용한다고 볼 수 있다. 또한 국민연금 기금운용지침에서는 전략적 자산배분 시에 재정추계에서 적용된 예상수익률을 고려하여 정하도록 명시하고 있는 점도 재정추계에서 기금운용수익률 가정이 중요함을 보여준다.

제3차 재정계산의 민감도 분석에 따르면 기금운용수익률의 가정 변화는 수지적자 발생 연도와 기금소진 연도에 미치는 영향이 크다고 보고하고 있다. 기본가정(현행제도 유지 시)에 기금운용수익률을 0.5% 포인트를 상승시키면 수지적자와 기금소진 연도를 각각 3년 연장시키는 효과가 있으며, 1.0% 포인트 상승 시에는 수지적자 발생 연도는 7년, 기금소진 연도는 8년이 연장된다는 분석결과가 제시되었다. 이는 기금운용수익률의 재정민감도가 매우 크다는 것을 보여 주며, 기금의 규모를 고려하면 기금운용수익률 가정은 재정건전성을 점검, 평가하기 위한 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

위의 기금운용수익률 가정의 필요성과 중요성을 감안할 때 장기재정목표가 수립되지 않은 상황에서 다른 제도적인 변수와 연계되지 않은 기금운용수익률 자체를 추정할 필요가 있다.

기금운용수익률 가정을 위해 자산배분 비중과 투자부문 수익률을 각각 고려하는 방법을 사용할 것이다. 즉, 각 자산의 투자 비중과 수익률을 도출하고, 이를 연계하는 방법으로 기금운용수익률을 가정하고자 한다. 이 호선(2013) 연구에서도 이와 같이 자산배분 비중과 각 투자부문 수익률을 연계하는 방법을 제안하였다. 이 연구에서는 미래의 자산배분 비중을 결정하고, 각 투자부문의 수익률을 추계하여 연계를 통해 기금운용수익률을 추계하고 이 결과를 근거로 하여 기금운용수익률을 가정할 것이다.

이 절 이후의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 기금운용수익률 추계를 위해 필요한 자산배분에 대해 살펴보고, 제3절에서는 투자부문 수익률을 추계할 것이다. 그리고 제4절에서는 자산배분과 투자부문 수익률을 연계하여 기금운용수익률을 추계하고, 추계 결과를 토대로 하여 기존 재정추계 결과와 비교할 것이다. 마지막으로 제5절에서는 기금운용수익률 전망에 대한 소결을 제시하고자 한다.

제2절 자산배분의 결정

본 연구에서 기금운용수익률은 자산배분 비중과 투자부문 수익률에 의해서 결정된다고 보고 있다. 이 절에서는 기금운용수익률을 결정하는 두 요인 중 자산배분 비중에 대해 논하고자 한다. 우선 국민연금의 자산배분 결정의 메커니즘에 대해 간단히 살펴보면 다음과 같다. 국민연금의 자산배분 결정은 5년 단위로 목표수익률과 위험한도를 반영하여 결정된다. 여기서 목표수익률은 실질경제성장률+소비자물가상승률±조정치를 의미하며 조정치의 수준은 기금운용위원회가 정하도록 되어 있다. 이렇게 자산배분 목표하에 전략적 자산배분이 이루어지면 시장전망과 연금 수급 상황의 변화를 고려하여 연간 기금운용계획을 세우게 된다.

본 절에서는 먼저 국민연금의 투자 자산 구성과 자산배분에 대해 살펴보고, 현 자산배분의 문제점을 간단히 언급할 것이다. 그리고 최종적으로 기금운용수익률 추계를 위한 자산배분 비중을 가정하고자 한다.

1. 국민연금기금의 투자 자산 구성과 자산배분의 문제점

국민연금기금의 투자는 크게 금융부문, 복지부문, 기타부문에 나뉘

며 2015년 말 기준으로 금융부문이 99.9%를 차지할 정도로 압도적인 투자 비중을 가지고 있다. 그리하여 이 연구에서 투자부문은 금융부문만을 고려하기로 한다. 금융부문은 주식, 채권, 대체투자로 나뉘며, 각각 국내 투자와 해외투자로 나뉜다. 2015년 말 금융부문의 투자 금액과 투자 비중은 아래와 같다.

〈표 3-2〉 2015년 말 국민연금기금의 금융부문 투자 금액과 투자 자산배분 비중

(단위: 억 원, %)

구분	금액	비중
국내주식	949,780	18.5
해외주식	699,299	13.6
국내채권	2,686,363	52.5
해외채권	215,815	4.2
국내대체	223,417	4.4
해외대체	323,184	6.3

자료: 보건복지부(2016), p.35.

2015년 말 기준으로 국내채권 투자금액은 약 269조 원으로 전체 채권 시장의 14.9%를 차지할 정도로 높은 비중을 차지하고 있다. 국민연금 내에서도 국내채권 투자 비중이 52.5%로 다른 투자부문에 비해 높은 비중을 차지하고 있다. 국내주식 비중은 18.5%로 해외주식 투자 비중보다 4.9% 포인트 높은 투자 비중을 가지고 있다. 이는 전 세계 주식 시장 중 국내주식 시장의 비중이 1.58%(FTSE, 2016b, p.3)를 차지하는 것과 비교하면 비중이 매우 높다는 것이 명백하다. 이와 같이 국내 투자 비중이 높고, 채권에 대한 의존도가 높은 자산배분이 구성되면 높은 비중을 차지하는 투자 부문의 실적에 의해 기금운용수익률이 크게 영향을 받을 수 있다.

〈표 3-3〉 2006~2015년 국민연금기금의 금융부문 투자 자산배분 비중

(단위: %)

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
국내주식	10.9	15.1	12.1	13.1	17.0	17.8	18.7	19.7	17.9	18.5
해외주식	0.7	2.5	2.4	4.8	6.2	5.7	8.0	10.4	12.1	13.6
국내채권	78.1	71.9	77.6	73.8	66.9	64.5	60.2	56.1	55.5	52.5
해외채권	8.6	7.9	4.2	3.8	4.1	4.2	4.6	4.3	4.6	4.2
국내대체	1.06	2.25	3.1	3.2	3.5	4.5	4.7	4.8	4.7	4.4
해외대체	0.04	0.25	0.6	1.3	2.3	3.3	3.7	4.6	5.2	6.3

자료: 보건복지부(2016), p.35; 보건복지부(2015), p.135; 보건복지부(2014), p.87; 보건복지부(2013), p.103; 보건복지부(2012), p.89; 보건복지부(2011a), p.25, p.155; 보건복지부(2011b), p.89; 보건복지부(2010), p.107; 보건복지가족부(2009a), p.47; 보건복지가족부(2009b), p.3; 보건복지가족부(2008a), p.12; 보건복지가족부(2008b), p.77.

2006~2015년 국민연금기금의 투자 자산배분 비중을 보면 현재로 올수록 국내주식, 해외주식, 국내대체, 해외대체 비중은 증가하였고, 국내채권, 해외채권 비중은 감소하였다. 과거에 비해 위험자산의 비중은 증가하였으며, 안전자산의 비중은 감소하였다. 국내주식 비중은 2006년 10.9%에서 2015년 18.5%로 7.6% 포인트 증가하였고, 해외주식 비중은 2006년 0.7%에서 2015년 13.6%로 12.9% 포인트 증가하였다. 주식 비중만을 고려하더라도 과거와 현재의 자산배분은 확연히 다르다. 국내주식과 해외주식의 2006~2010년과 2011~2015년의 투자 비중 평균을 보면, 국내주식은 2006~2010년 13.6%, 2011~2015년 18.5%이며, 해외주식은 2006~2010년 3.3%, 2011~2015년 10.0%이다. 2006~2010년 평균 대비 2011~2015년 평균을 비교하면, 국내주식 비중은 4.9% 포인트, 해외주식 비중은 6.7% 포인트가 증가하였으며, 이러한 수치만을 보더라도 과거와 현재의 투자 여건이 달라졌음을 분명히 알 수 있다. 또한 위험자산 비중과 안전자산 비중이 트레이드오프 관계를 가지므로 안전자산인 채권 비중이 감소하였음은 자명하다.

그리고 해외 주요 연기금과 비교함으로써 현 국민연금기금이 지닌 국내 자산배분 비중이 높은 home bias 문제와 시장중립적 자산배분 (market neutral portfolio)을 논할 수 있다. 2015년 국민연금기금의 금융부문 해외투자 비중은 24.2%였고, 국내투자 비중은 75.8%였다. 한편, 해외 주요 연기금 중 하나인 CPPIB는 2016년 3월 말 기준으로 국내투자(캐나다) 비중이 19.1%, 해외투자(캐나다 제외) 비중이 80.9%를 차지하였다(CPPIB, 2016, p.22). 국민연금기금과는 국내투자자와 해외투자 비중이 정반대임을 알 수 있다. 그리고 전 세계 주식 시장 중 한국은 1.58%, 캐나다는 3.22%를 차지하므로 국내투자 중 채권투자를 제외하더라도 한국과 캐나다 모두 국내투자 비중이 높은 home bias 문제를 안고 있다(FTSE, 2016b, p.3). 하지만 캐나다와 시장 규모를 비교해 봤을 때 한국은 국내투자 비중이 압도적으로 높다고 할 수 있다. 그런데 캐나다가 기금 설립 초기부터 이러한 투자 비중을 가진 것은 아니었다. 2000년 3월 말 CPPIB의 투자 비중은 국내투자(캐나다) 81.7%, 해외투자(캐나다 외) 18.3%로 현재 국민연금기금의 자산배분과 유사하였다. CalPERS는 2015년 정책 벤치마크(policy Benchmark)로써 국내투자(미국) 53%, 해외투자(미국 외) 47%의 주식 투자 비중을 정하였다(Dan et al., 2015, p.8). 전 세계 주식시장 기준으로 미국이 53.11%(FTSE, 2016a, p.3)를 차지하는 것을 보면 CalPERS는 국내 투자 비중을 시장중립적으로 유지하고 있음을 알 수 있다. 위와 같이 home bias 문제의 개선과 시장중립적 자산배분은 국민연금기금의 자산배분 비중 변화에 충분히 반영될 필요가 있다.

따라서 재정계산 시 기금운용수익률 가정을 위한 요인이 되는 자산배분 비중은 이러한 투자 자산 비중 변화 및 해외투자자와 대체투자에 대한 관심이 높아지는 금융 환경 변화를 적절히 반영하는 것이 필요하다.

2. 자산배분 비중의 가정

기금운용위원회는 매년 향후 5년간의 목표 포트폴리오인 중기 자산배분 계획을 발표하고, 연간 자산배분 계획을 결정한다. 2016년 말 목표 자산배분비중은 국내주식 20.0%, 해외주식 13.1%, 국내채권 51.4%, 해외채권 4.0%, 대체투자 11.5%로 정하였다(국민연금기금운용본부, 2016). 그리고 2020년 말 기준 목표 자산배분비중은 국내주식 20% 내외, 해외주식 20% 내외, 국내채권 45% 내외, 해외채권 5% 내외, 대체투자 10% 이상으로 정하였다.

2016년과 2020년 목표 자산배분 비중을 비교하면 국내주식, 해외주식, 해외채권, 대체투자의 증가를 예상할 수 있고, 국내채권 비중의 감소를 예상할 수 있다. 특히, 다른 투자 부문에 비해 해외주식 투자 비중이 더 증가할 것으로 예상할 수 있다.

자산배분 비중의 가정을 위해 국내주식, 해외주식, 국내채권, 해외채권, 국내대체, 해외대체 투자부문으로 세분화하여 분석해야 하지만, 이 연구에서는 대체투자를 제외하고 다룬다. 그리고 대체투자의 자산배분 비중은 주식 비중에 포함한다.

본 연구에서는 2015년 말 자산배분 비중을 기준으로 시나리오를 설정하고 이를 투자부문 수익률과 연계한다. 우선 자산배분이 현재의 자산배분을 그대로 유지하는 경우를 고려하고, 투자 자산배분 비중을 변화시키는 가정을 고려한다. 여기서 투자 자산배분 비중 변화는 최근 5년간의 평균 비중 변화가 유지된다고 가정한다. 즉, 최근 5년간의 자산배분 비중의 변화가 본 연구에서 예상하는 투자 비중 변화를 반영한다고 판단하여 설정하였다. 그리고 시나리오에서 자산배분 비중이 점차 변화하다 주식과 채권 비중이 6:4가 되는 시점부터 자산배분 비중을 계속 유지한다고 가정

한다. 주식과 채권 비중이 6:4를 유지하는 것은 해외 주요 연기금에서 사용하는 참조 포트폴리오(reference portfolio)에 근거하여 설정하였다.

〈표 3-4〉 국민연금의 투자 자산배분 비중 시나리오

구분	국내주식	해외주식	국내채권	해외채권
시나리오1	22.9%	20.0%	52.8%	4.3%
시나리오2	+0.15%pt	+2.75%pt	-2.925%pt	+0.025%pt
시나리오3	+0.15%pt	+3.75%pt	-3.925%pt	+0.025%pt
시나리오4	+0.15%pt	+1.75%pt	-1.925%pt	+0.025%pt
시나리오5	+0.15%pt	+1.25%pt	-1.425%pt	+0.025%pt
시나리오6	+0.15%pt	+0.75%pt	-0.925%pt	+0.025%pt

주: 시나리오2~6의 수치는 시나리오1의 수치를 기준으로 하여 매년 증감하는 값임.

위의 표는 기금운용수익률 전망을 위한 자산배분 비중 시나리오이다. 시나리오1은 2015년 자산배분 비중(국내주식 22.9%, 해외주식 20.0%, 국내채권 52.8%, 해외채권 4.3%)을 2100년까지 유지하는 경우이다. 시나리오2는 최근 5년간의 평균 비중 변화가 2100년까지 유지된다고 가정하여 매년 국내주식 0.15% 포인트 증가, 해외주식 2.75% 포인트 증가, 국내채권 2.925% 포인트 감소, 해외채권 0.025% 포인트 증가하는 경우이다. 시나리오3은 시나리오2 비중보다 해외주식 +1.0% 포인트, 국내채권 -1.0% 포인트의 변화를 가정하여 기존 변화보다 빠르게 해외투자자와 위험자산 투자가 증가하는 경우를 나타낸다. 즉, 매년 국내주식 0.15% 포인트 증가, 해외주식 3.75% 포인트 증가, 국내채권 3.925% 포인트 감소, 해외채권 0.025% 포인트 증가하는 경우를 말한다. 시나리오4는 시나리오2 비중보다 해외주식 -1.0% 포인트, 국내채권 +1.0% 포인트의 변화를 가정하여 기존 변화보다 느리게 해외투자자와 위험자산 투자가 증가하는 경우를 나타낸다. 그리고 시나리오5와 시나리오6에서는 해외투자자와

위험자산 투자 비중이 비교적 느리게 변화하는 상황을 가정하였다.

제3절 투자부문 수익률 추계

투자부문 수익률을 추계하기 위해 국내주식, 국내채권, 해외주식, 해외채권의 수익률을 시계열 방법을 이용하여 분석하고자 한다.

본 절에서는 각 투자부문의 수익률 추계를 위해 사용할 자료에 대해 설명하고, 추계를 위한 시계열 모형인 ARIMAX 모형, 벡터 ARIMA 모형에 대해 간략히 살펴보고자 한다. 그리고 최종적으로 투자부문 수익률을 추계하기 위해 시계열모형을 결정한다.

1. 투자부문 수익률 추계를 위한 자료 소개

위에서도 언급하였듯이 국민연금기금의 투자부문 중 금융부문만을 고려하며 금융부문은 국내주식, 해외주식, 국내채권, 해외채권, 국내대체, 해외대체 분야로 나뉜다. 그리고 본 연구에서는 대체투자를 제외한 투자부문을 다루며 해외자산은 가정을 단순히 하여 미국을 기준으로 한다.

각 투자부문의 수익률을 추계하기 위해 각 투자부문 수익률과 관련성이 높은 지수들을 사용한다. 각 투자부문 수익률 추계를 위해 사용되는 지수는 <표 3-5>와 같다.

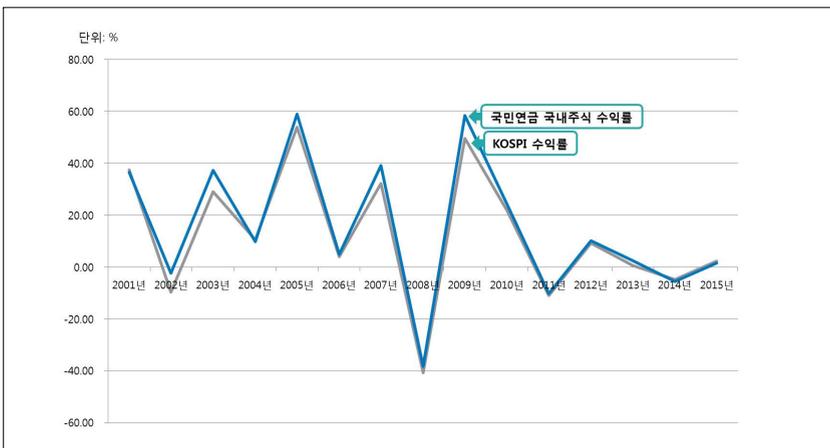
국민연금기금의 각 투자부문 수익률 자료는 자료 확보가 어려워서 국민연금기금의 과거 수익률을 대체할 수 있는 지수를 사용한다. 특히 해외투자 및 대체투자는 국내투자에 비해 최근에 시작되어 수익률 자료를 확보하기가 더욱 어렵다. 본 연구에서 적용하고자 하는 방법에는 국민연금기금의 각 지역별(국가별) 투자 수익률 자료가 필요하지만 이러한 자료는

현실적으로 확보하기가 어렵다. 현재는 해외주식과 해외채권을 미국으로 국한하였지만 영국, 유럽, 일본, 중국 등은 따로 고려될 필요가 있다. 또한 해외투자 및 대체투자가 증가되는 상황을 감안하면 이에 대해서도 적절히 고려할 필요가 있다. 추후 연구에서는 국가별 해외투자 수익률에 대해서는 FTSE 지수(Financial Times Stock Exchange Index)나 MSCI 지수(Morgan Stanley Capital International Index)를 사용할 수 있고, KOSPI 지수와 S&P 500 지수와 같이 각 국가의 주식시장을 대표하는 지수들을 사용하는 것도 좋은 방법이다.

〈표 3-5〉 국민연금기금의 투자부문과 관련 지수

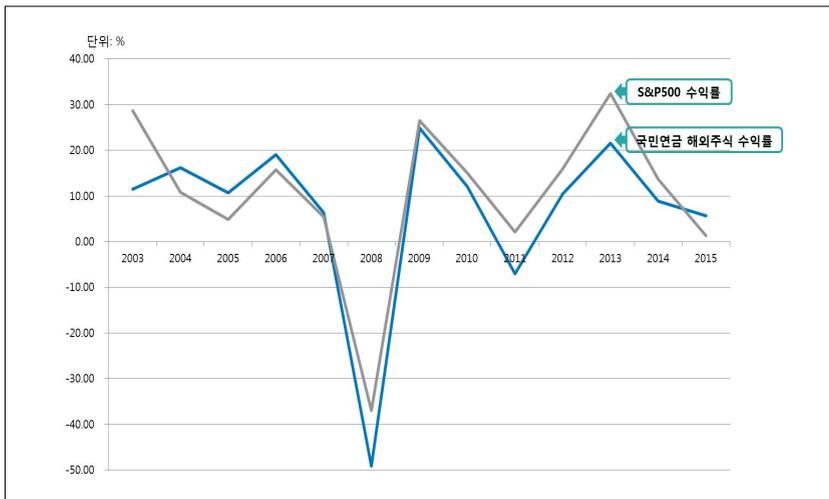
투자부문	관련 지수
국내주식	KOSPI
해외주식	S&P 500
국내채권	한경-KIS-Reuters 종합채권지수
해외채권	Barclays US Aggregate Bond Index

[그림 3-2] 코스피(KOSPI) 지수 수익률과 국민연금 국내주식 수익률의 관계



국내주식 수익률 추계를 위해 국내주식 자산군의 벤치마크인 코스피(KOSPI) 지수를 활용한다. 위 그림을 보면 국민연금 국내주식 수익률과 코스피(KOSPI) 지수 수익률이 같은 경향을 보임을 알 수 있다. 두 수익률 간 상관관계수가 0.992이므로 두 변수가 매우 긴밀한 관계를 갖고 있음을 알 수 있다. 이에 국민연금 국내주식 수익률을 추계하기 위해 KOSPI 지수의 수익률 자료를 사용한다.

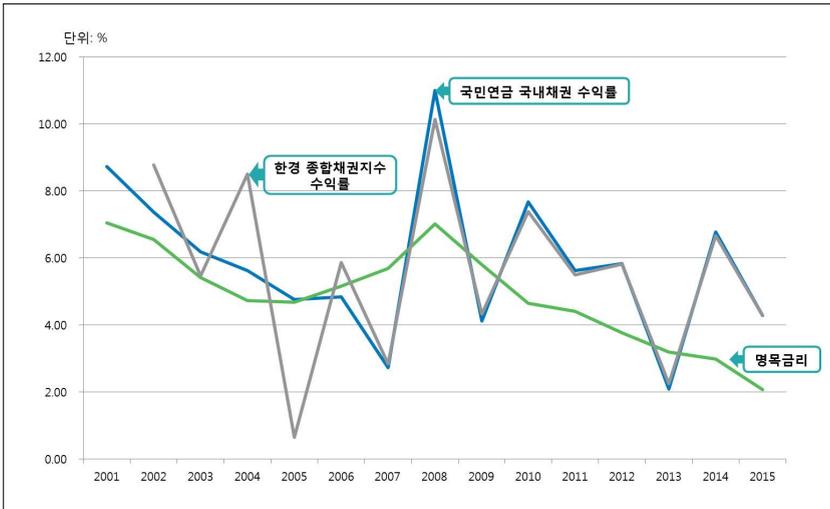
[그림 3-3] S&P 500 지수 수익률과 국민연금 해외주식 수익률의 관계



해외주식은 여러 국가 중 미국을 대표로 하여 추계한다. 국민연금기금은 해외주식 중 북미지역에 54.8%가 투자 되어 있다(보건복지부, 2016, p.52). 전 세계 주식 시가총액 중 캐나다의 비중이 3.22%(FTSE, 2016b, p.3)를 차지하고 있는 것을 고려하면 해외주식 투자 금액 중 절반 정도를 미국에 투자하고 있는 것으로 추론할 수 있다. 그리고 위 그림을 보면 국민연금 해외주식 수익률과 미국을 대표하는 주식 지표인 S&P 500 지수

의 수익률의 상관계수는 0.919이며, 두 수익률은 거의 같은 경향을 보임을 알 수 있다.

[그림 3-4] 채권지수 수익률과 국민연금 국내채권 수익률 관계



국내채권 수익률 추계를 위해 한경-KIS-Reuters 종합채권지수를 사용하였다. 채권지수는 한국거래소에서 KIS채권평가, 한국채권평가, 나이스채권평가의 세 기관으로부터 자료를 받아 종합채권지수를 발표하고 있다. 자료 공개 시점의 제약으로 채권지수 중 한경-KIS-Reuters 종합채권지수를 사용한다.

국민연금의 국내채권 수익률은 한국의 명목금리와는 다르게 움직이므로 명목금리를 국내채권 수익률로 보는 것은 적절치 않으며, 이에 대한 대안으로 한경-KIS-Reuters 종합채권지수를 사용하여 추계하는 것이 적절하다고 판단된다.

해외채권 수익률도 해외주식과 마찬가지로 미국만을 대상으로 하며,

Barclays에서 제공하는 미국 종합채권지수인 Barclays US Aggregate Bond Index의 수익률을 사용한다.

각 투자부문 수익률을 추계하기 위해 위와 같이 각 투자 부문에 관련성이 높은 지수 수익률을 고려하며, 시계열 모형 중 ARIMAX 모형, 벡터 ARIMA 모형에서는 외생변수를 투입하여 수익률 변수와 경제성장률과의 관계로부터 모형을 분석한다.

2. 시계열 모형 소개

투자부문 수익률 추계를 위해 검토하고자 하는 시계열 모형은 두 가지 모형으로, 변수 사이의 관계에 따라 구분된다. ARIMAX 모형은 종속변수의 추계 시 독립변수가 종속변수 추계에 영향을 주는 모형이다. 그리고 벡터 ARIMA 모형은 두 변수 이상이 서로 영향을 받는 관계를 모형화한 것이다. ARIMAX 모형이 독립변수가 종속변수에 영향을 주는 단일 방향의 관계를 고려했다면 벡터 ARIMA 모형은 양 방향의 관계를 모형화한 것이다. 고려하고자 하는 시계열 모형 중에서 어느 하나에 특별히 우위를 두지는 않았으며, 각 모형에 적합한 것으로 추계하여 검토하고자 한다.

제3차 재정계산 보고서에서도 언급되었듯이 주요 경제변수에 대한 전망과 경제성장률 전망 간에는 일관성이 있어야 한다. 즉, 경제성장률에 대한 전망이 이루어지고 이에 기초하는 경제변수 전망치들이 도출되어야 한다. 본 연구에서도 경제성장률에 기초한 시계열 모형을 통해 기금운용수익률을 추계한다. 이러한 경제성장률을 포함할 수 있는 모형이 ARIMAX 모형과 벡터 ARIMA 모형이다. 우선 ARIMAX 모형과 벡터 ARIMA 모형의 기초가 되는 ARIMA 모형에 대해 간단히 살펴본다.

가. ARIMA 모형

ARIMA 모형은 단일변수 모형으로, 추계하고자 하는 변수 자체의 과거 기억을 바탕으로 하여 미래를 추계하는 시계열 모형이다. ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average) 모형은 차분(differencing)과 AR(Autoregressive) 모형, MA(Moving Average) 모형을 동시에 고려하는 모형으로, 과거 시계열 자료에 대한 기억을 반영하는 AR 영역과 과거 오차에 대한 기억을 반영하는 MA 영역으로 구성되며 아래 식과 같이 표현된다.

$$y'_t = \delta + \phi_1 y'_{t-1} + \dots + \phi_p y'_{t-p} + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q} + \epsilon_t$$

여기서 y'_t 는 y_t 의 차분된 시계열을 나타내고, $\phi_i, i = 1, \dots, p$ 는 AR 모형에 해당되는 모수이며, $\theta_j, j = 1, \dots, q$ 는 MA 모형에 해당되는 모수이다. 그리고 ϵ_t 는 평균이 0이고 분산이 일정한 백색잡음(white noise)이다.

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d y_t = \delta + (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q) \epsilon_t$$

ARIMA 모형을 후진작용소(backshift operator) B^1 를 이용하여 나타내면 위의 식과 같으며, 위의 식에서 AR 영역 $\phi(B)y_t$, $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ 는 AR(p) 과정을 말하며, MA 영역 $\theta(B)\epsilon_t$, $\theta(B) = 1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q$ 는 MA(q) 과정을 말한다. 위 식은 계절성을 고려하지 않은 비계절형 ARIMA 모형으로 ARIMA(p, d, q)로 표현되고, p

1) $y_{t-1} = B y_t, y_{t-2} = B^2 y_t, \dots, y_{t-k} = B^k y_t$ (k 는 정수)

는 AR 영역의 차수, d 는 차분 차수, q 는 MA 영역의 차수를 말한다. ARIMA 모형은 본 연구에서 다루고자 하는 ARIMAX 모형과 벡터 ARIMA 모형의 기본이 되는 모형이다. ARIMA 모형에 대한 자세한 설명은 조신섭 외(2016)의 6장, 8장을 참고하기를 바란다.

나. ARIMAX 모형

투자부문 수익률 추계를 위한 ARIMAX(Autoregressive Integrated Moving Average with exogenous variable) 모형은 독립변수와 종속변수의 변수 관계를 설정하여, 종속변수의 추계 시 독립변수가 종속변수 추계에 영향을 주는 모형이다. 종속변수 자료의 추계는 종속변수가 가지는 과거 데이터에 전적으로 영향을 받게 된다. 종속변수에 영향을 주는 독립변수를 고려하여 모형으로 고려한다면 종속변수를 추계하는 데 더 많은 정보를 담을 수 있어 예측력을 향상할 수 있다. 이러한 대안으로 독립변수를 고려한 시계열 모형이 ARIMAX 모형이다. ARIMAX 모형을 적용한 연구로서 안재균(2015)에서는 온실가스 배출권거래제에 대한 대응능력을 제고하기 위하여 배출량 예측 모듈에 ARIMAX 모형을 채택하여 월 배출량을 예측하는 모듈을 개발하였다. 이는 기업체들이 배출권거래제에 대한 과학적인 의사결정을 통해 효율적 배출권 거래를 하기 위해 기업들에 배포되어 사용되고 있다. Zhao, E. et al.(2015)에서는 풍속에 대한 예측을 위해 시뮬레이션으로 나온 데이터를 독립변수로 설정하여 풍속에 대한 자체 조정한(self-adaptive) ARIMAX 모형으로 예측을 하였다.

본 연구에서 독립변수(외생변수)로 경제성장률을 변수로 설정하고, 종속변수(내생변수)는 각 투자부문 수익률을 변수로 둔다. 즉, 각 투자부문에 해당하는 일변수의 단변량 ARIMAX 모형을 고려한다.

$$\alpha(B)y_t = \beta(B)x_t + \mu(B)\epsilon_t$$

해당 모형은 위와 같이 표현할 수 있으며 여기서 y_t 는 종속변수로, 각 투자부문 수익률에 해당하는 변수이고, x_t 는 독립변수로, 경제성장률에 해당하는 변수이며, ϵ_t 는 백색잡음항을 나타낸다. 위 모형에서 다변량 독립변수의 모형을 고려하거나 계절성을 고려하는 모형을 적용하는 것은 어렵지 않다. 그리고 ARIMAX 모형은 전이함수모형(transfer function model)의 특수한 경우로서, 좌변을 y_t 로 만들어 주는 $\alpha(B)$ 에 대한 연산자(operator)를 양변에 적용하면 아래와 같은 유리함수 형태의 식을 얻을 수 있다.

$$y_t = \frac{\beta(B)}{\alpha(B)}x_t + \frac{\mu(B)}{\alpha(B)}\epsilon_t$$

그리고 위의 형식으로 전이함수모형을 표현하면 아래와 같이 표현할 수 있으며, 이로써 ARIMAX 모형의 일반화된 모형인 전이함수모형은 분모 $\alpha(B)$ 가 동일하다는 차이점이 존재함을 파악할 수 있다.

$$y_t = \frac{\delta(B)}{\gamma(B)}x_t + \frac{\theta(B)}{\phi(B)}\epsilon_t$$

위의 전이함수모형 식을 유리함수 형태가 아닌 다항식 형태로 표현하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\gamma(B)\phi(B)y_t = \phi(B)\delta(B)x_t + \gamma(B)\theta(B)\epsilon_t$$

이러한 ARIMAX 모형과 전이함수모형의 차이점은 International

Journal of Forecasting의 편집위원장인 Hyndman 교수의 2010년 Article에서 자세히 확인할 수 있다.

ARIMA 모형 등을 포함한 시계열 모형은 시계열 모형의 정상성(stationary) 만족이 중요하며, 시계열 모형 분석을 위한 정상성 만족을 위해 비정상성(non-stationary) 시계열 모형은 차분 또는 로그변환을 통해 변환하는 것이 중요하다. 다음은 시계열 모형의 식별을 위해 독립변수를 시계열 모형으로 모형화한다. 이 과정은 ARIMA 모형에서 p 와 q 를 정하는 과정과 동일하다. 모형화한 필터를 적용하여 시계열 모형을 사전백색화 하고, 모형을 적합한다. 적합된 모형에 대한 진단으로 오차의 백색잡음 여부와 오차와 독립변수의 독립 여부를 검정한다.

다. 벡터 ARIMA 모형

벡터 ARIMA 모형은 ARIMAX 모형과는 달리 독립변수와 종속변수를 구분하지 않는 모형으로 변수 간 서로 미치는 관계를 반영한다. 즉, 일변량 ARIMA 모형을 다변량으로 확장한 모형으로 볼 수 있다. VAR(vector autoregressive) 모형은 AR 모형을 다변량(m 개 변수)으로 고려한 모형으로 VAR(p)는 아래의 식과 같이 표현된다.

$$\mathbf{Z}_t = \boldsymbol{\delta} + \boldsymbol{\Phi}_1 \mathbf{Z}_{t-1} + \cdots + \boldsymbol{\Phi}_p \mathbf{Z}_{t-p} + \boldsymbol{\epsilon}_t$$

여기서 $\mathbf{Z}_t = (Z_{1t}, Z_{2t}, \dots, Z_{mt})'$ 는 각 시계열의 m 차원 벡터를 나타내

$$\text{고, } \boldsymbol{\Phi}_j = \begin{pmatrix} \phi_{11,j} & \phi_{12,j} & \cdots & \phi_{1m,j} \\ \phi_{21,j} & \phi_{22,j} & \cdots & \phi_{2m,j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_{m1,j} & \phi_{m2,j} & \cdots & \phi_{mm,j} \end{pmatrix}, j = 1, \dots, p \text{ 는 } m \times m \text{ 행렬이다. } \boldsymbol{\epsilon}_t \text{ 는 평}$$

균이 0이며 분산은 양정치행렬(positive definite matrix)이다.

VMA(vector moving average) 모형은 MA 모형을 다변량(m 개 변수)으로 고려한 모형으로 VMA(q)는 아래의 식과 같이 표현된다.

$$Z_t = \mu + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q}$$

여기서 θ_j 는 ϕ_j 와 같이 $m \times m$ 행렬이며 각 원소는 $\theta_{kl,j}$ 에 해당되며 $k, l = 1, \dots, m, j = 1, \dots, q$ 이다.

AR 모형과 MA 모형이 모두 고려된 벡터 ARIMA 모형은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\Phi(B)Z_t = \delta + \Theta(B)\epsilon_t$$

$$\text{여기서 } \Phi(B) = I - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p, \Theta(B) = I - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$$

하지만 조신섭 외(2016)에서는 VAR 모형과 VMA 모형과는 달리 벡터 ARIMA 모형은 식별 가능성의 문제로 인해 유일한 모형이 결정되지 않는 문제점이 있으며 실제 분석에서 VAR 모형과 VMA 모형만으로도 충분히 결과를 도출할 수 있음을 언급하고 있다. 이에 벡터 ARIMA 모형 적합에서는 VAR 모형과 VMA 모형을 고려한다.

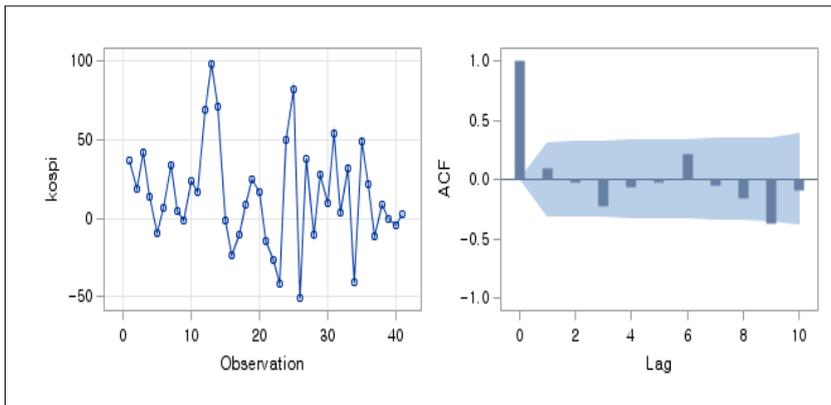
그리고 벡터 ARIMA 모형도 적합을 위해서는 각 시계열을 정상성을 만족하도록 변환한 후에 모형을 식별한다. 모형의 식별에는 교차공분산행렬과 부분자기회귀행렬 등을 이용하며, 모형 적합 후 진단의 과정(다변량 포트맨토 검정)을 거쳐 최종 모형을 선택할 수 있다.

3. 투자부문 수익률에 대한 시계열 모형의 적용

가. 국내주식(KOSPI) 투자 수익률

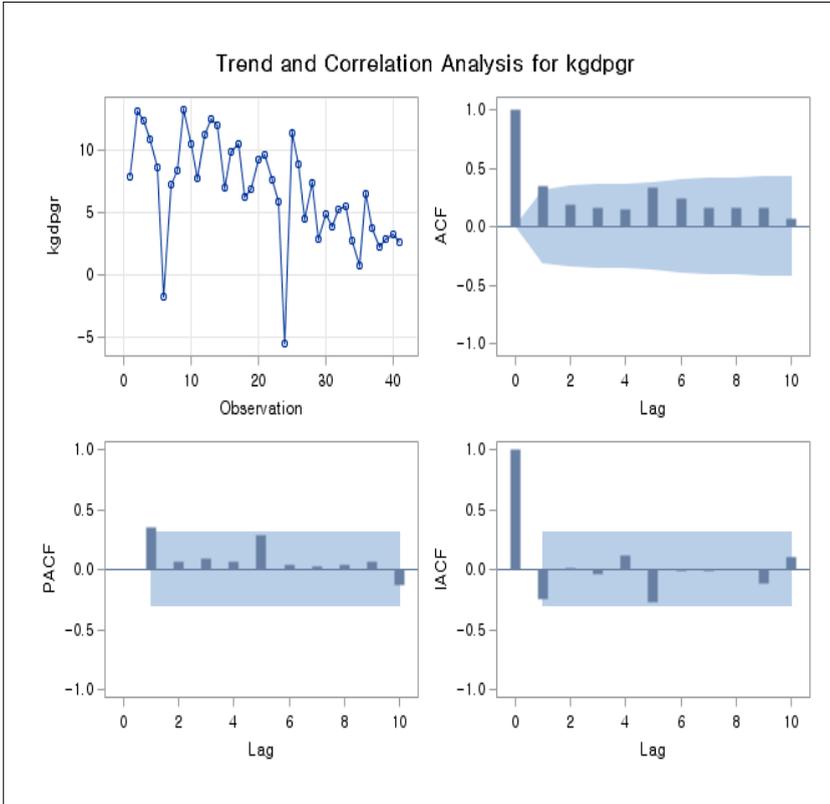
국내주식(KOSPI) 투자 수익률 추계를 위해 1976~2015년 코스피 연 수익률(단순수익률) 자료를 사용하였다. 아래의 코스피 수익률의 시계열 그림을 보면 변동이 심한 것을 알 수 있으며, 자기상관도표를 통하여 특정한 추세를 발견하기는 어렵다는 것을 확인할 수 있다.

[그림 3-5] 코스피 수익률의 시계열 그림 및 자기상관도표



ARIMAX 모형 및 벡터 ARIMA 모형의 적합을 위해서는 외생변수를 투입해야 하며, 앞서 언급한 바와 같이 경제성장률이 사용된다. 자료는 1975~2015년 한국의 실질경제성장률(=명목성장률-물가상승률)을 사용하였다. 아래 한국의 실질경제성장률의 시계열 그림을 보면, 점차로 감소하는 추세를 발견할 수 있다. 그리고 자기상관도표를 통하여 1차 자기상관관계를 고려할 수 있다.

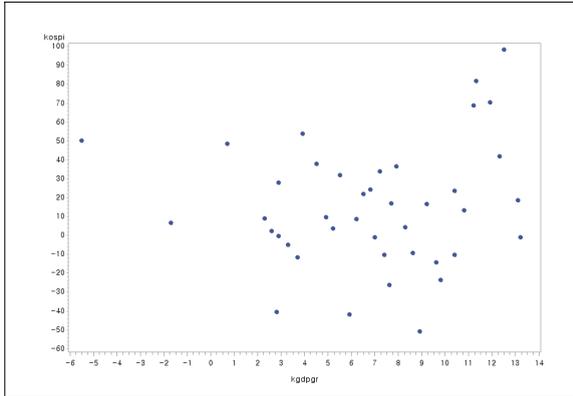
[그림 3-6] 한국 실질경제성장률의 시계열 그림 및 자기상관도표



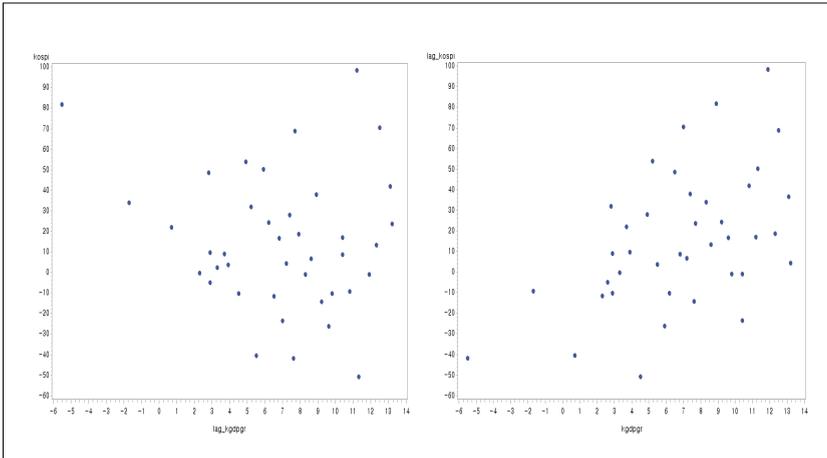
코스피 수익률과 경제성장률의 산점도를 통해 관계를 살펴보면, 두 변수의 시간 차이가 없을 경우에는 특별한 상관관계를 보이지 않음을 알 수 있다(그림 3-7 참조).

그리고 코스피 수익률과 1년 전 경제성장률의 산점도(그림 3-8 왼쪽)를 통해서 볼 때도 특별한 상관관계는 발견할 수 없다.

[그림 3-7] 코스피 수익률과 경제성장률의 산점도



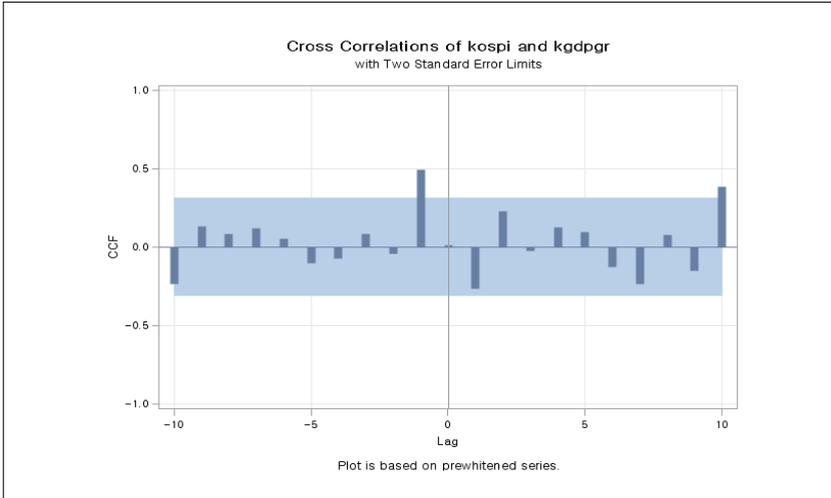
[그림 3-8] 코스피 수익률과 경제성장률의 시차에 따른 산점도



주: 왼쪽 그림은 코스피 수익률과 1년 전 경제성장률의 산점도이고, 오른쪽 그림은 경제성장률과 1년 전 코스피 수익률의 산점도임.

하지만 경제성장률과 1년 전 코스피 수익률의 산점도(위 그림 오른쪽)를 통해서 양의 상관관계를 발견할 수 있으며, 이는 주가지수가 경기선행지수임을 실증적으로 보여주는 것으로 해석할 수 있다.

[그림 3-9] 코스피 수익률과 경제성장률의 교차상관계수



코스피 수익률과 경제성장률과의 교차상관계수 도표(경제성장률을 AR(1) 모형화한 후 사전백색화 함)를 살펴볼 때, 코스피 수익률이 경기선행지수 역할을 한다는 것과 10년의 시차를 가지고 경제성장률이 코스피 수익률에 양(+)의 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 단, 10년 시차의 합리성에 대한 해석이 요구될 수 있다.

경제성장률을 외생변수로 고려한다면, 두 변수 사이의 10년 시차 관계를 이용한 ARIMAX 모형은 다음과 같이 추정될 수 있다.

$$KOSPI_t = 2.30 KGDP_{t-10} + \varepsilon_t$$

(AIC=306.94, BIC=308.37, $\hat{\sigma}_\varepsilon = 33.64$)

ARIMAX 모형과 비교되는 모형으로 ARIMAX 모형을 확장한 벡터 ARIMA 모형을 적용하여 두 변수 간의 관계를 파악하고자 한다. 먼저 코스피 수익률과 경제성장률의 교차공분산 행렬을 보면 다음과 같다.

[그림 3-10] 코스피 수익률과 경제성장률의 교차공분산 행렬

Schematic Representation of Cross Correlations													
Variable/Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
kospi	+	.+
kgdpgr	.+	.+

+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between

저차의 차수에 초점을 둘 때, VMA(1) 모형을 고려할 수 있으며, 적합 결과 다음과 같이 추정된 모형을 얻을 수 있다.

[그림 3-11] VMA(1) 모형의 적합 결과

Schematic Representation of Parameter Estimates		
Variable/Lag	C	MA1
kospi	+	.+
kgdpgr	+	+--

+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between, * is N/A

Model Parameter Estimates						
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
kospi	CONST1	14.93900	6.06542	2.46	0.0182	1
	MA1_1_1	-0.27458	0.14979	-1.83	0.0742	e1(t-1)
	MA1_1_2	4.23076	1.35506	3.12	0.0033	e2(t-1)
kgdpgr	CONST2	6.77430	0.80198	8.45	0.0001	1
	MA1_2_1	-0.06671	0.00000			e1(t-1)
	MA1_2_2	-0.40691	0.13714	-2.97	0.0051	e2(t-1)

Covariances of Innovations		
Variable	kospi	kgdpgr
kospi	883.15971	8.77936
kgdpgr	8.77936	10.74479

Information Criteria	
AICC	9.474095
HQC	9.541368
AIC	9.449771
SBC	9.703103
FPEC	12712.43

그리고 코스피 수익률과 경제성장률의 부분자기회귀 행렬은 [그림 3-12]와 같다.

[그림 3-12] 코스피 수익률과 경제성장률의 부분자기회귀 행렬

Schematic Representation of Partial Autoregression												
Variable/Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
kospi	-.	-.
kgdpgr	+

+ is $> 2 \cdot \text{std error}$, - is $< -2 \cdot \text{std error}$, . is between

저차의 차수에 초점을 둘 때, VAR(3) 모형을 고려할 수 있으며, 적합 결과 다음과 같이 추정된 모형을 얻을 수 있다.

[그림 3-13] VMA(3) 모형의 적합 결과

Schematic Representation of Parameter Estimates				
Variable/Lag	C	AR1	AR2	AR3
kospi	.	.-	.+	..
kgdpgr	.	+.
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between, * is N/A				

Model Parameter Estimates						
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Variable
kospi	CONST1	6.25929	13.14213	0.48	0.6372	1
	AR1_1_1	0.19463	0.16030	1.21	0.2339	kospi(t-1)
	AR1_1_2	-3.13420	1.55986	-2.01	0.0533	kgdpgr(t-1)
	AR2_1_1	0.11268	0.18292	0.62	0.5424	kospi(t-2)
	AR2_1_2	4.40462	1.59861	2.76	0.0097	kgdpgr(t-2)
	AR3_1_1	-0.44836	0.17489	-2.56	0.0154	kospi(t-3)
kgdpgr	CONST2	2.95325	1.49151	1.98	0.0566	1
	AR1_2_1	0.06233	0.01819	3.43	0.0017	kospi(t-1)
	AR1_2_2	0.20560	0.17703	1.16	0.2544	kgdpgr(t-1)
	AR2_2_1	-0.00519	0.02076	-0.25	0.8042	kospi(t-2)
	AR2_2_2	0.20548	0.18143	1.13	0.2661	kgdpgr(t-2)
	AR3_2_1	-0.00061	0.01985	-0.03	0.9756	kospi(t-3)
AR3_2_2	-0.01709	0.16066	-0.11	0.9160	kgdpgr(t-3)	

Covariances of Innovations		
Variable	kospi	kgdpgr
kospi	960.91426	6.50443
kgdpgr	6.50443	12.37678

Information Criteria	
AICC	9.876172
HQC	9.924445
AIC	9.709788
SBC	10.31311
FPEC	16618.91

앞의 분석 결과를 토대로 하여 최종 모형을 선택한다. 외생변수로 고려하고자 하는, 2100년까지 추계된 경제성장률 변수를 효과적으로 사용할 수 있는 모형은 ARIMAX 모형으로 판단된다. ARIMAX 모형을 위한 적절한 필터를 고려하기 위하여 다음과 같은 점들을 고려할 수 있다. 벡터 ARIMA 모형에서 고려된 VAR(3) 모형을 볼 때, 경제성장률은 과거 3년 동안의 코스피 수익률과 관련되는 것으로 볼 수 있다. 효과가 약하지만 경제성장률이 1년 이상의 시차를 가지고 코스피 수익률에 영향을 미치는 것으로 파악된다. 코스피 수익률과 경제성장률의 교차상관계수 도표를 통해서 볼 때, 긴 시차를 가지고 경제성장률이 코스피에 영향을 준다는 것이다. 따라서 최종 후보 모형으로 다음을 고려할 수 있다.

모형 1:

$$KOSPI_t = \mu + \frac{w_0 - w_1 B}{1 - \delta B} KGDP_{t-1} + \frac{1}{1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3} \varepsilon_t$$

모형 2:

$$KOSPI_t = \mu + (w_0 - \dots - w_s B^s) B^d KGDP_t + \varepsilon_t$$

최종 후보 모형을 적합하고 추정된 모수의 유의성을 판단한 결과, 다음과 같은 축소된 모형을 얻었으며, 두 모형 모두 잔차의 백색잡음 가정은 만족된다.

$$\text{적합모형 1: } KOSPI_t = 2.01 KGDP_{t-2} + \frac{1}{1 + 0.42B^3} \varepsilon_t$$

(AIC=335.91, BIC=338.97, $\hat{\sigma}_e = 32.58$)

$$\text{적합모형 2: } KOSPI_t = -3.03 KGDP_{t-1} + 4.50 KGDP_{t-10} + \varepsilon_t$$

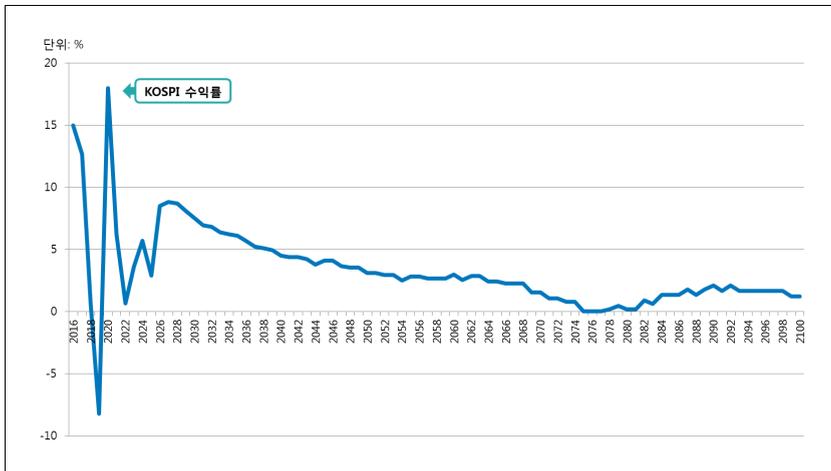
(AIC=258.90, BIC=261.42, $\hat{\sigma}_e = 33.89$)

정보량 기준 측면에서 적합모형 2가 적합모형 1보다 더 좋은 적합력을 가지고 있는 것으로 보인다. 다만, 적합모형 2의 독립 변수 시차 구조를 해석하는 데 어려움이 있다. 적합모형 2의 모수 추정 결과는 아래와 같다.

[그림 3-14] 적합모형 2의 모수추정 결과

Maximum Likelihood Estimation							
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift
NUM1	-3.02613	1.46255	-2.07	0.0385	0	kgdpgr	1
NUM2	4.50355	1.22637	3.67	0.0002	0	kgdpgr	10

[그림 3-15] 적합모형 2의 추계 결과



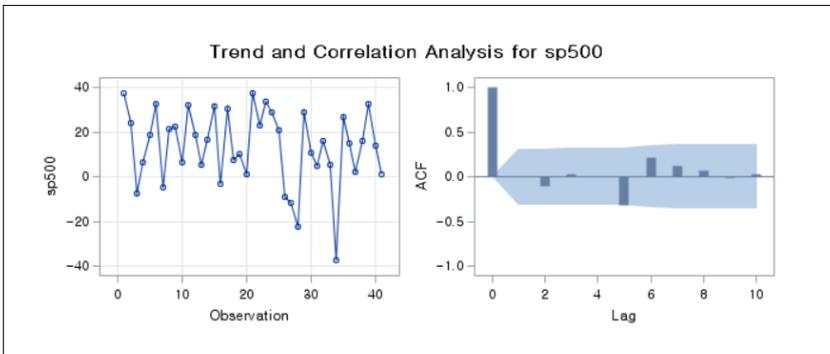
위 그림은 코스피 수익률의 최종 모형으로 도출한 추계 결과이다. 코스피 수익률 추계치는 가장 최근 값에서 큰 변동을 보이다 미래로 갈수록 변동이 작아져 5% 이하의 값을 유지한다. 이와 같은 코스피 수익률 추계

치 결과는 국민연금 국내주식 수익률과 차이가 있다. 국내주식 수익률과 코스피 수익률은 높은 상관성이 있지만 2001~2015년의 수익률 차의 평균은 2.87% 포인트이다. 최종적인 기금운용수익률 추계에서는 이 부분을 반영하는 것이 필요하다.

나. 해외주식(S&P 500) 투자 수익률

해외주식 투자 수익률을 추계하기 위해 1975~2015년 S&P 500 연수익률(단순수익률) 자료를 사용하였다. S&P 500 수익률의 시계열 그림 및 자기상관도표는 아래와 같다.

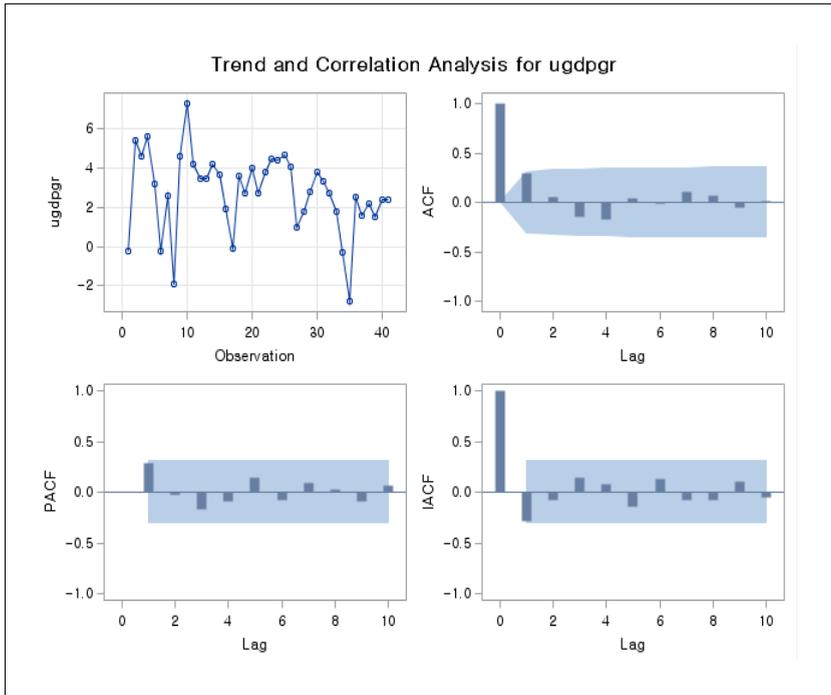
[그림 3-16] S&P 500 수익률의 시계열 그림 및 자기상관도표



시계열 그림을 통하여 S&P 500 수익률의 변동이 심함을 알 수 있으나 코스피 수익률보다는 그 변동의 정도가 낮으며, 자기상관도표를 통하여 특별한 추세를 발견하기는 어렵다는 것을 알 수 있다. 단, 5-시차에서 유의한 자기상관성이 보인다. 코스피 수익률과 마찬가지로 외생변수로서 경제성장률을 사용한다. 경제성장률은 1975~2015년 미국의 실질경제

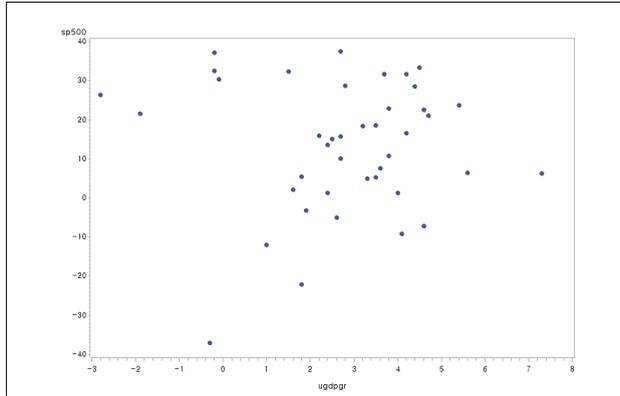
성장률(=명목성장률-물가상승률)을 사용한다. 해당 시계열의 시계열 그림 및 자기상관도표는 아래와 같다.

[그림 3-17] 미국 경제성장률의 시계열 그림 및 자기상관도표



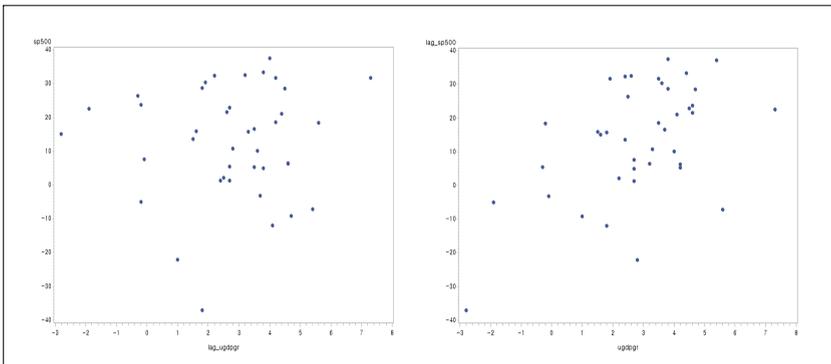
시계열 그림을 통하여 변동성이 점차 낮아짐을 확인할 수 있다. 그리고 자기상관도표를 통하여 1차 자기상관관계를 고려할 수 있다. 아래의 그림과 같이 S&P 500 수익률과 경제성장률의 관계를 보면 두 변수의 시간 차이가 없을 경우 약한 양의 상관관계를 보인다.

[그림 3-18] S&P 500 수익률과 경제성장률의 산점도



S&P 500 수익률과 1년 전 경제성장률의 산점도(아래 그림 왼쪽)를 통해서 볼 때도 특별한 상관관계는 발견할 수 없다. 경제성장률과 1년 전 S&P 500 수익률의 산점도(아래 그림 오른쪽)를 통해서 볼 때 양의 상관관계를 발견할 수 있으며, 이는 주가지수가 경기선행지수임을 실증적으로 보여 주는 것으로 해석할 수 있다.

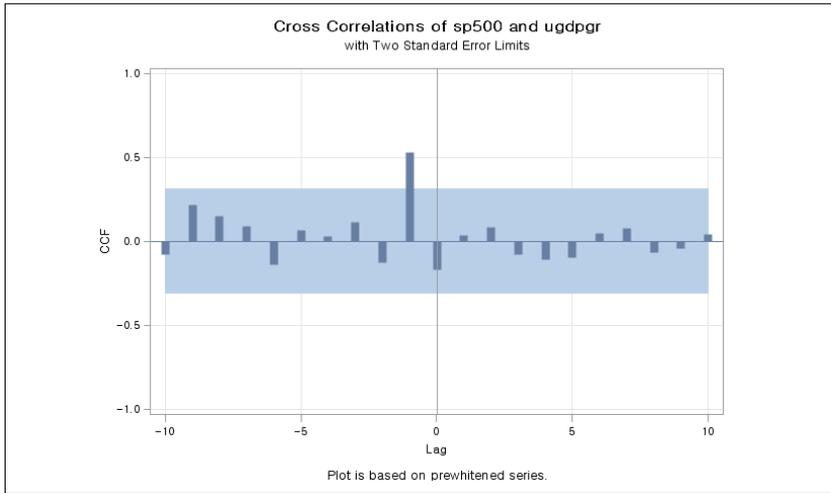
[그림 3-19] S&P 500 수익률과 경제성장률의 시차에 따른 산점도



주: 왼쪽 그림은 S&P 500 수익률과 1년 전 경제성장률의 산점도이고, 오른쪽 그림은 경제성장률과 1년 전 S&P 500 수익률의 산점도임.

S&P 500 수익률과 경제성장률과의 교차상관계수 도표(경제성장률을 AR(1) 모형화한 후 사전백색화 함)를 살펴볼 때, S&P 500 수익률이 경기 선행지수 역할을 한다는 것 이외에는 특별한 관계를 찾을 수 없다.

[그림 3-20] S&P 500 수익률과 경제성장률의 교차상관계수



ARIMAX 모형과 비교할, ARIMAX 모형을 확장한 벡터 ARIMA 모형을 적용하여 두 변수 간의 관계를 파악한다. S&P 500 수익률과 경제성장률의 교차공분산 행렬은 다음과 같다.

[그림 3-21] S&P 500 수익률과 경제성장률의 교차공분산 행렬

Schematic Representation of Cross Correlations													
Variable/Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
sp500	+	.+	-.
ugdpg	.+
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between													

저차의 차수에 초점을 둘 때, VMA(1) 모형을 고려할 수 있으며, 적합 결과 다음과 같이 요약된 추정 결과를 얻을 수 있다. 즉, VMA(1) 모형을 이용하여 S&P 500 수익률을 경제성장률로 설명하기는 쉽지 않다.

[그림 3-22] VMA(1) 모형의 적합 결과

Schematic Representation of Parameter Estimates		
Variable/Lag	C	MA1
sp500	+	..
ugdpgr	+	--
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between, * is N/A		

대안으로서 5-시차의 자기상관도 고려하는 VMA(1,5) 모형을 적합할 경우 다음과 같은 요약 결과를 얻을 수 있다.

[그림 3-23] VMA(1, 5) 모형의 적합 결과

Schematic Representation of Parameter Estimates			
Variable/Lag	C	MA1	MA5
sp500	+	..	++
ugdpgr	+	--	..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between, * is N/A			

그리고 S&P 500 수익률과 경제성장률의 부분자기회귀 행렬은 아래와 같다.

[그림 3-24] S&P 500 수익률과 경제성장률의 부분자기회귀 행렬

Schematic Representation of Partial Autoregression												
Variable/Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
sp500	+
ugdpgr	+
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between												

저차의 차수에 초점을 둘 때 VAR(1) 모형을 고려할 수 있으며, 적합 결과 다음과 같이 요약된 추정 결과를 얻을 수 있다.

[그림 3-25] VAR(1) 모형의 적합 결과

Schematic Representation of Parameter Estimates		
Variable/Lag	C	AR 1
sp500	+	..
ugdpgr	+	++
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between, * is N/A		

코스피 수익률과 동일한 방식으로, 경제성장률 변수를 외생변수로 고려한다면 효과적인 모형은 ARIMAX 모형으로 판단된다. ARIMAX 모형을 위한 적절한 필터를 고려하기 위하여 다음과 같은 점들을 고려할 수 있다. S&P 500 수익률의 ACF를 통해 보면 5시차 및 6시차 간격으로 과거 값에 영향을 받는 것으로 판단된다. S&P 500 수익률과 미국 경제성장률의 교차상관계수 도표를 살펴볼 때, 상대적으로 4년 및 5년 시차를 두고 경제성장률이 S&P 500 수익률에 영향을 줄 수 있다. 다음은 최종 모형이다.

모형 1:

$$(1 - \phi_5 B^5 - \phi_6 B^6) SP500_t = \mu + \varepsilon_t$$

모형 2:

$$SP500_t = \mu + (w_0 - \dots - w_s B^s) B^d USGDP_t + \frac{1}{1 - \phi_5 B^5 - \phi_6 B^6} \varepsilon_t$$

최종 모형을 적합하고 추정된 모수의 유의성을 판단하여 다음과 같은 축소된 모형을 얻었다. 두 모형 모두 잔차의 백색잡음 가정을 만족한다.

적합모형 1: $(1 + 0.31B^5 - 0.33B^6) SP500_t = 13.36 + \varepsilon_t$
 (AIC=306.08, BIC=310.84, $\hat{\sigma}_e = 16.02$)

적합모형 2:

$$SP500_t = 19.76 + (-2.19) USGDP_{t-5} + \frac{1}{1 + 0.29B^5 - 0.53B^6} \varepsilon_t$$

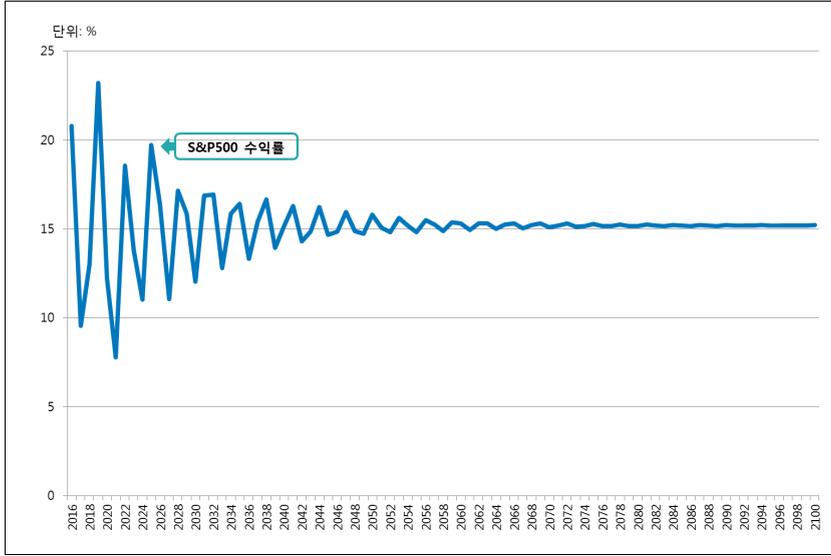
(AIC=260.36, BIC=266.10, $\hat{\sigma}_e = 14.47$)

정보량 기준 측면에서 적합모형 2를 최종 모형으로 선택하였으며, 모형의 추정 결과는 아래와 같다.

[그림 3-26] 모형추정 결과

Maximum Likelihood Estimation							
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift
MU	19.75594	4.69167	4.21	<.0001	0	sp500	0
AR1,1	-0.29233	0.16592	-1.76	0.0781	5	sp500	0
AR1,2	0.53077	0.16966	3.13	0.0018	6	sp500	0
NUM1	-2.19310	1.16728	-1.88	0.0603	0	ugdpgr	5

[그림 3-27] 적합모형 2의 추계 결과



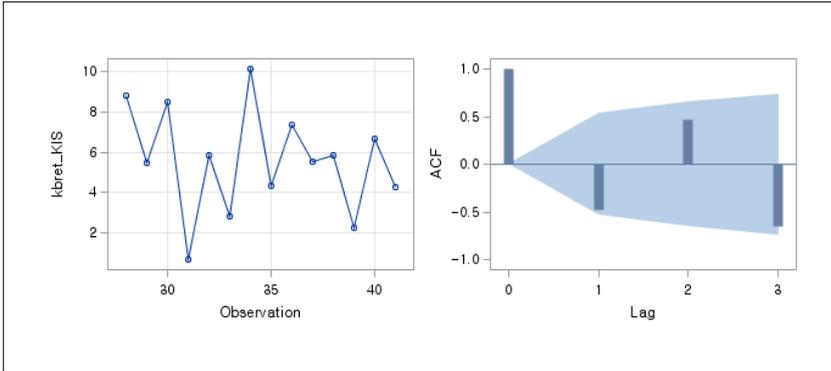
위 그림은 S&P 500 수익률의 최종 모형으로 도출한 추계 결과이다. S&P 500 수익률 추계치는 변동 폭이 점점 작아져 약 15% 정도의 값으로 수렴한다. 그리고 수익률 추계치 결과는 국민연금 해외주식 수익률과 차이가 있다. 해외주식 수익률도 국내주식 수익률과 마찬가지로 지수 수익률과의 상관성이 높다. S&P 500 수익률과 국민연금 해외주식 수익률은 3.40% 만큼의 차이를 보인다. 따라서 이 차이에 대한 보정이 필요하며, 보정 값이 최종적인 기금운용수익률 추계에 반영되어야 한다.

다. 국내채권 투자 수익률

국내채권 수익률 자료는 2002~2015년 한경-KIS-Reuters 종합채권 지수(이하 한경 지수) 수익률 자료를 사용하였다. 한경 지수 수익률의 시

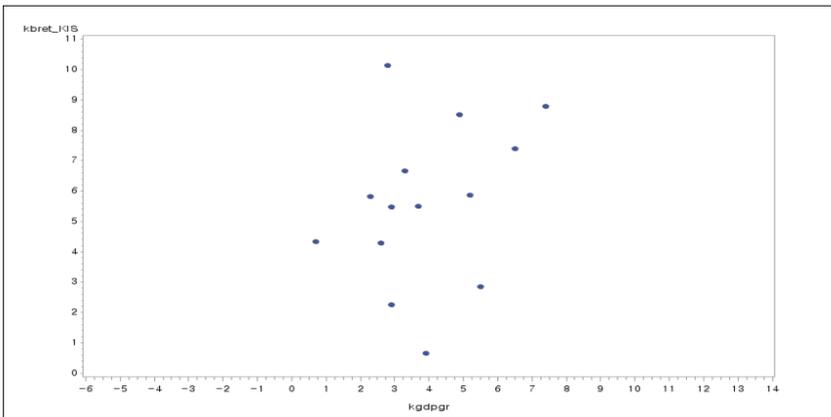
계열 그림 및 자기상관도표는 아래와 같다.

[그림 3-28] 한경-KIS-Reuters 종합채권지수 수익률의 시계열 그림 및 자기상관도표

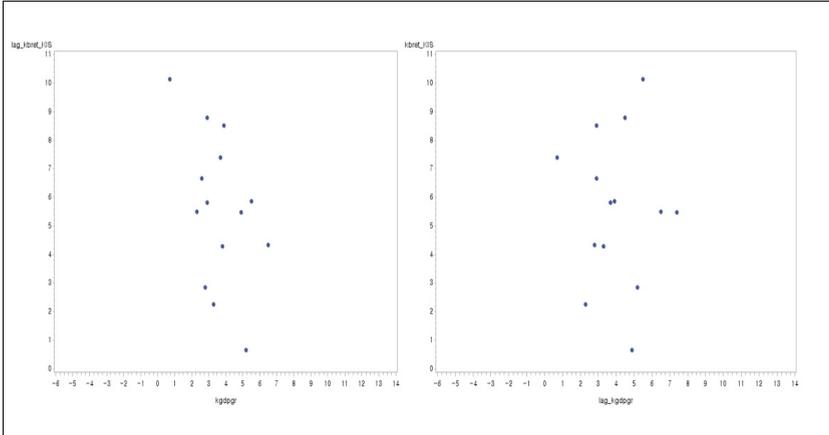


해당 시계열은 점차 감소하는 추세가 있다고 볼 수 있다. 그리고 아래 그림을 보면 두 변수의 시간 차이가 없을 경우 어느 변수가 1시차 앞서든 간에 특별한 상관관계를 찾을 수 없다.

[그림 3-29] 한경 지수 수익률과 경제성장률의 관계



[그림 3-30] 환경 지수 수익률과 경제성장률의 시차에 따른 산점도



주: 왼쪽 그림은 환경 지수 수익률과 1년 전 경제성장률의 산점도이고, 오른쪽 그림은 경제성장률과 1년 전 환경 지수 수익률의 산점도임.

환경 지수 수익률과 경제성장률은 특별한 관계를 찾을 수 없었으며, 환경 지수 수익률 시계열($KBond_t$)의 길이가 짧으므로, 상대적으로 많은 모수를 사용하는 벡터 ARIMA 모형보다는 ARIMAX 모형에 초점을 두었다.

기본적인 모형으로 아래의 형태를 고려하였다.

$$KBond_t = \mu + \frac{w_0^{(1)} - w_1^{(1)}B}{1 - \delta^{(1)}B} B^{d_1} KGDP_t + \frac{1}{1 - \phi B} \varepsilon_t$$

교차상관계수가 특별한 형태를 보이지 않으므로 경제성장률의 필터의 모양은 임의로 형태를 부과하는 방법을 사용하였다. 후보 모형들을 적합하고 추정된 모수의 유의성을 판단한 결과, 아래의 축소된 모형을 얻었다. 모형에서 잔차의 백색잡음 가정은 만족한다.

$$\text{적합모형: } KBond_t = 1.14 KGDP_{t-2} + \frac{1}{1+0.66B} \varepsilon_t$$

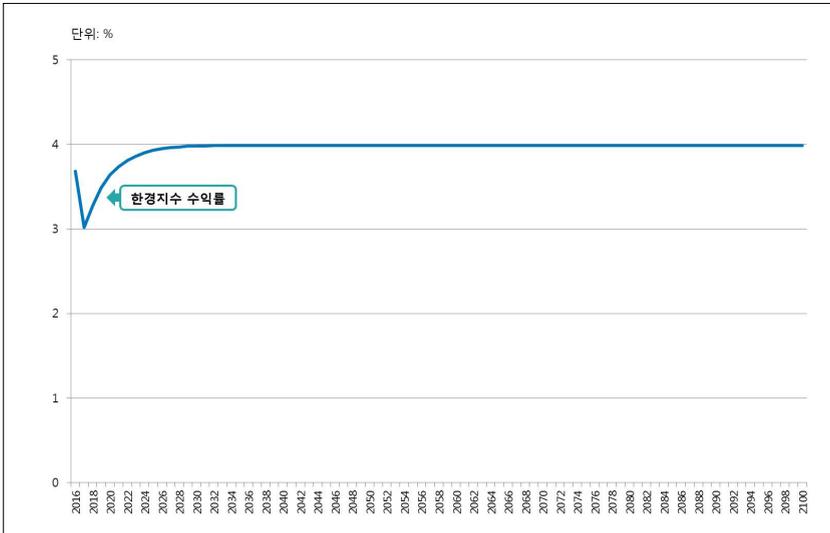
(AIC=41.40, BIC=41.80, $\hat{\sigma}_e=2.12$)

적합모형의 모수 추정 결과는 아래와 같다.

[그림 3-31] 적합모형의 모수 추정 결과

Maximum Likelihood Estimation							
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift
AR1,1	-0.66200	0.35265	-1.88	0.0605	1	kbret_KIS	0
NUM1	1.14208	0.08393	13.61	<.0001	0	kgdpgr	2

[그림 3-32] 적합모형의 추계 결과

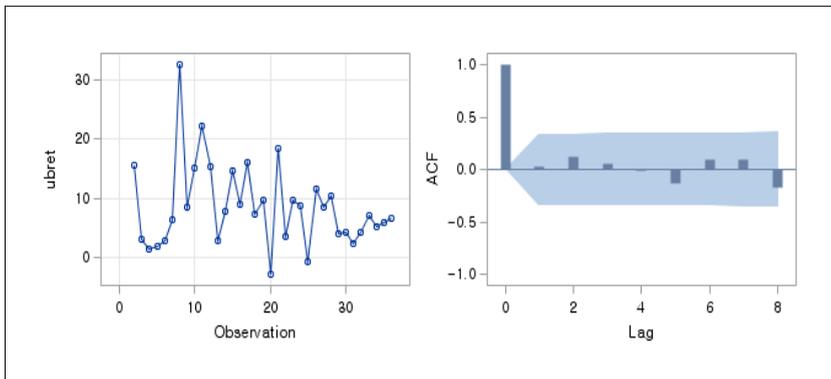


위 그림은 한경 지수 수익률의 최종 모형으로 도출한 추계 결과이다. 한경 지수 수익률 추계치는 약 4% 정도의 값으로 유지된다. 이러한 추계치는 과거 시계열이 높은 수익률 값으로 인해 과대하게 전망되었다. 저성장·저금리 시대를 고려하여 경제성장률 변수를 외생변수로 처리했지만 과거 시계열 값이 더 많은 가중값을 가져 예상보다 높은 약 4%대의 수익률을 보였다. 따라서 이에 대한 보정으로 최종적으로 2% 수준으로 수익률이 수렴할 것을 가정하여 기금운용수익률 추계 시 적용한다.

라. 해외채권 투자 수익률

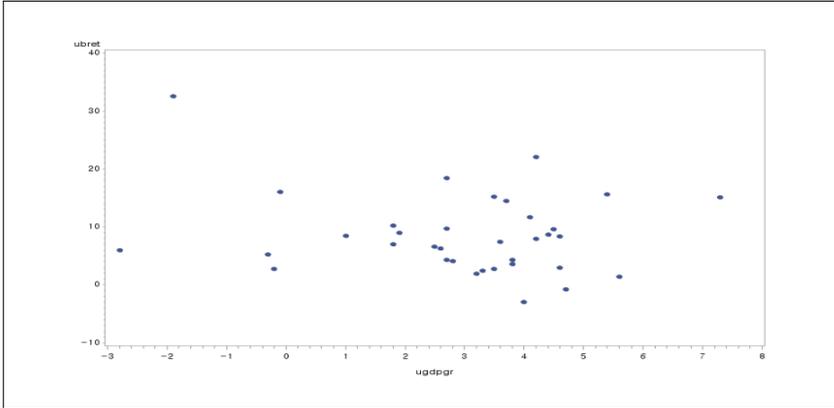
미국채권 수익률 자료는 1976~2015년 Barclays US Aggregate Bond Index(이하 미국 채권지수) 수익률을 사용하였다. 해당 시계열 그림 및 자기상관도표는 다음과 같다.

[그림 3-33] 미국 채권지수 수익률 시계열 그림 및 자기상관도표

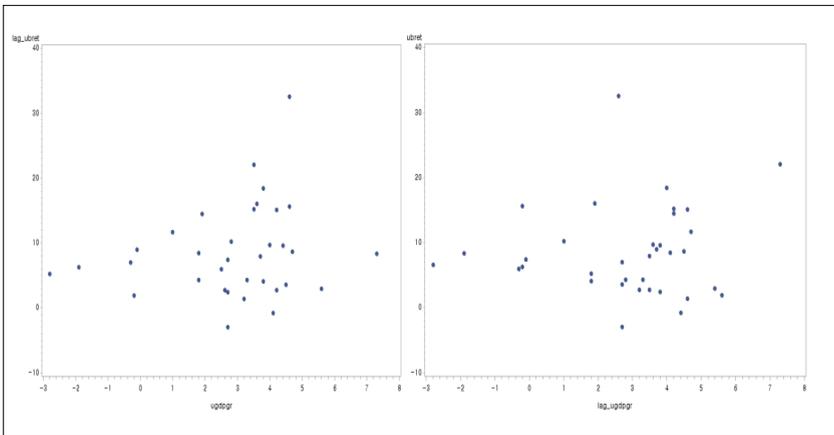


위 그림을 보면 점차로 감소하는 추세가 있다고 볼 수 있다.

[그림 3-34] 미국 채권지수 수익률과 미국 경제성장률의 관계



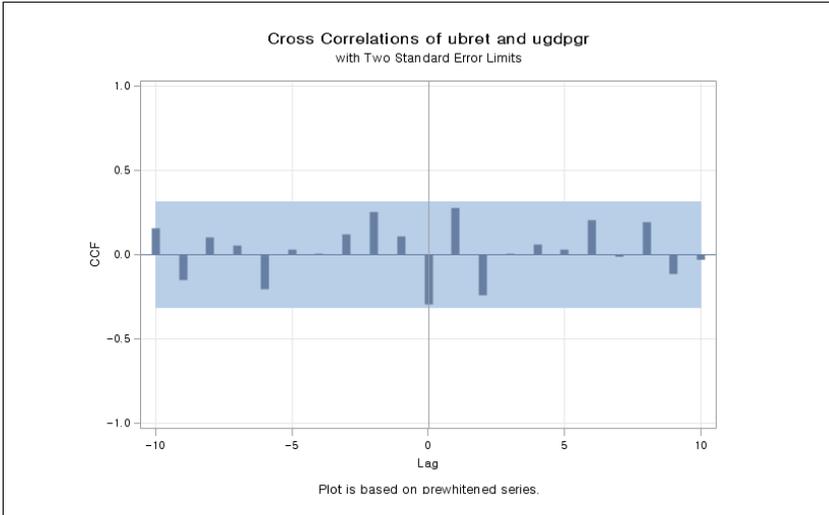
[그림 3-35] 미국 채권 지수 수익률과 미국 경제성장률의 시차에 따른 산점도



주: 왼쪽 그림은 미국 채권 지수 수익률과 1년 전 경제성장률의 산점도이고, 오른쪽 그림은 경제성장률과 1년 전 미국 채권 지수 수익률의 산점도임.

미국의 채권지수 수익률과 경제성장률은 1시차 전후에 관계없이 특별한 상관관계를 보이지 않는다.

[그림 3-36] 미국 채권지수 수익률과 미국 경제성장률의 교차상관계수 도표



미국의 채권지수 수익률과 경제성장률의 교차상관계수 도표(경제성장률을 AR(1) 모형화한 후 사전백색화함)를 살펴볼 때 교차상관계수가 모두 95% 신뢰구간 밖에 위치하여 특별한 관계를 찾을 수 없다. 다만, 시차 0, 1, 2, 6, 8에서 상대적으로 높은 교차상관 관계가 있다.

미국 채권지수 수익률($USBond_t$)과 경제성장률($USGDP_t$) 간에 상대적으로 높은 교차상관이 존재하는 시차를 고려하여 다음과 같은 최종 모형의 형태를 고려하였다.

$$\begin{aligned}
 USBond_t = & \mu + \left(\frac{w_0^{(1)} - w_1^{(1)}B}{1 - \delta^{(1)}B} B + \frac{w_0^{(2)} - w_1^{(2)}B}{1 - \delta^{(2)}B} B^6 \right) USGDP_t \\
 & + \frac{1}{1 - \phi B} \varepsilon_t
 \end{aligned}$$

최종 모형의 다양한 형태를 적합하고 모수의 유의성 및 잔차의 백색잡음 가정을 모두 고려하여 다음과 같은 축소된 형태의 모형을 얻었다.

$$\text{적합모형 1: } USBond_t = \frac{2.07}{1+0.24B} USGDP_{t-1} + \frac{1}{1-0.49B} \varepsilon_t$$

(AIC=236.01, BIC=240.59, $\hat{\sigma}_e = 7.43$)

$$\text{적합모형 2: } USBond_t = 2.18 USGDP_{t-6} + \frac{1}{1-0.10B} \varepsilon_t$$

(AIC=212.07, BIC=214.87, $\hat{\sigma}_e = 8.03$)

$$\text{적합모형 3: } USBond_t = 1.40 USGDP_{t-1} + 1.38 USGDP_{t-6} + \varepsilon_t$$

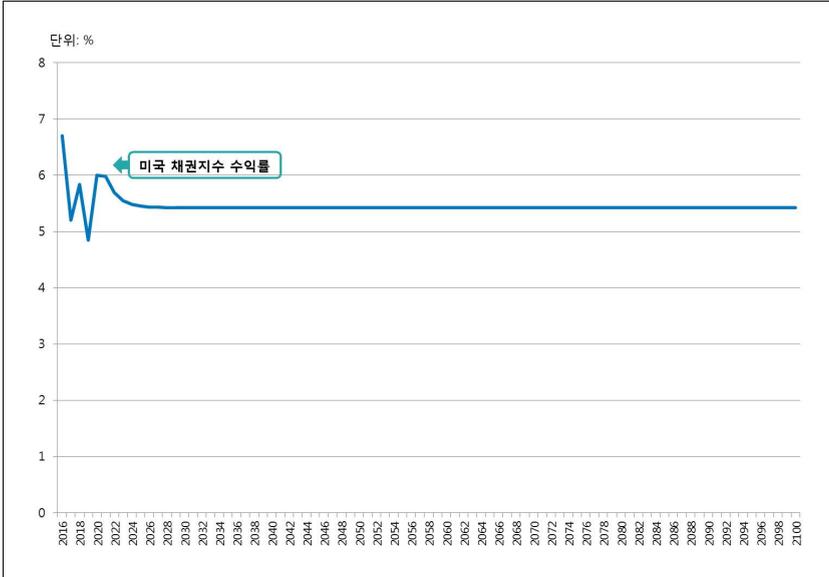
(AIC=205.45, BIC=208.25, $\hat{\sigma}_e = 7.19$)

정보량 기준 측면에서 적합모형 3을 최종 모형으로 선택하였으며, 모수 추정 결과는 아래와 같다.

[그림 3-37] 모형 3의 모수 추정 결과

Maximum Likelihood Estimation							
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift
NUM1	1.40339	0.52145	2.69	0.0071	0	ugdpgr	1
NUM2	1.37802	0.48071	2.87	0.0041	0	ugdpgr	6

[그림 3-38] 적합모형 3의 추계 결과



위 그림은 미국 채권 지수 수익률의 최종 모형으로 도출한 추계 결과이다. 미국 채권 지수 수익률 추계치는 약 5~6% 정도의 값으로 유지된다. 이러한 추계치는 한경 지수 수익률과 마찬가지로 과거 시계열의 패턴에 의해 과대하게 전망되었다. 미국 채권 지수의 수익률이 한경 지수 수익률보다 더 높은 수익률을 보이는데, 저성장·저금리 시대를 고려하여 이에 대한 조정이 필요하다. 따라서 이에 대한 보정으로 국내채권 수익률과 마찬가지로 2% 수준으로 수익률이 수렴될 것을 가정하여 기금운용수익률 추계 시 적용한다.

제4절 기금운용수익률 추계

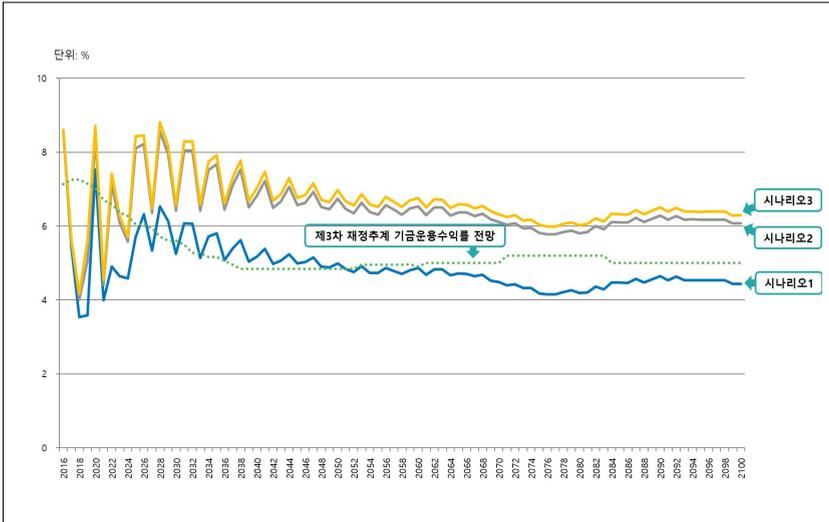
본 절에서는 위에서 결정된 시나리오별 자산배분 비중과 투자부문 수익률 추계 자료를 이용하여 기금운용수익률을 추계한다. 각 투자부문 수익률과 상관관계가 높은 지수 수익률을 이용하여 추계하였기 때문에 실제 각 투자부문 수익률과 지수 수익률 간에는 차이가 존재하고 이에 대한 조정이 필요하다. 2001~2015년의 국민연금 국내주식 수익률과 코스피 수익률 차의 평균은 2.87% 포인트이고, 2003~2015년의 국민연금 해외주식 수익률과 S&P 500 수익률 차의 평균은 -3.40% 포인트이다. 이 부분을 반영하여 추계 결과에 수익률 차의 평균만큼을 보정하였다. 그리고 국내채권과 해외채권의 분석 대상이 되는 지수인 한경-KIS-Reuters 지수와 Barclays US Aggregate Bond Index 지수의 수익률은 과거 시계열에 의해 전망이 과대하게 추정된 경향이 있어 향후 2100년의 국내채권 및 해외채권 수익률을 2%대로 가정하고, 이를 기준으로 하여 투자부문 수익률을 재조정하는 것이 필요하다. 이에 각 투자부문 수익률을 보정하고, 시나리오별 기금운용수익률 추계를 하였다.

1. 기금운용수익률 추계 결과

제2절에서 결정한 자산배분 비중의 시나리오와 보정한 각 투자부문의 최종 시계열모형을 연계하여 기금운용수익률 추계를 한다. 시나리오1, 시나리오2, 시나리오3의 결과는 [그림 3-39]와 같다.

시나리오1의 추계 결과는 국내주식 22.9%, 해외주식 20.0%, 국내채권 52.8%, 해외채권 4.3%의 자산배분을 유지한 경우의 기금운용수익률 전망이다. 2015년도 자산배분을 그대로 유지하는 경우에 제3차 재정추계 기금운용수익률 전망보다 낮은 수준에서 수익률이 유지됨을 알 수 있다.

[그림 3-39] 시나리오1, 2, 3 추계 결과



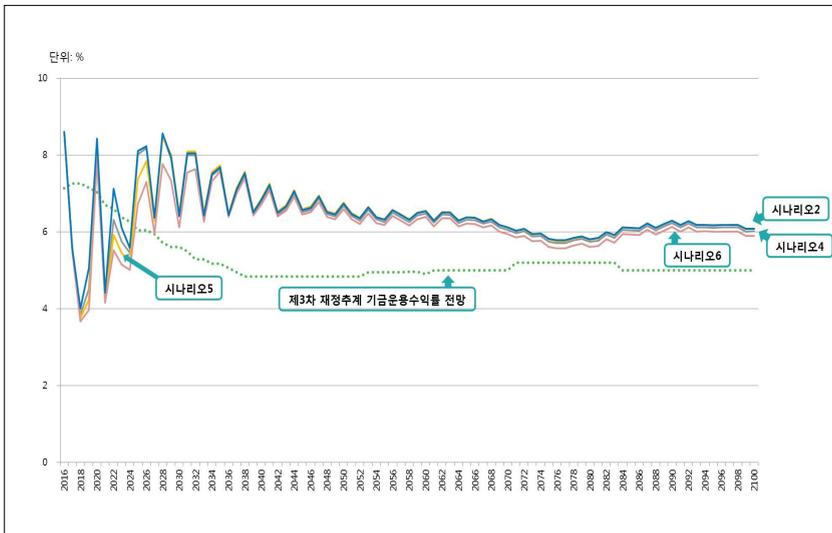
시나리오2의 추계 결과는 국내주식 22.9%, 해외주식 20.0%, 국내채권 52.8%, 해외채권 4.3%에서 매년 국내주식 0.15% 포인트 증가, 해외주식 2.75% 포인트 증가, 국내채권 2.925% 포인트 감소, 해외채권 0.025% 포인트 증가하고, 2022년부터 국내주식 23.8%, 해외주식 36.5%, 국내채권 35.35%, 해외채권 4.45%를 유지한 경우의 기금운용수익률 전망이다. 최근 5년간의 자산배분 변화를 그대로 반영한 전망치로 해외투자 위험자산 투자가 증가하는 경향이 유지된다는 가정을 적용한 결과이다. 시나리오2 추계 결과는 제3차 재정추계의 기금운용수익률 전망과 시나리오1보다 확연히 높은 수익률 전망을 보임을 알 수 있다.

시나리오3의 추계 결과는 국내주식 22.9%, 해외주식 20.0%, 국내채권 52.8%, 해외채권 4.3%에서 매년 국내주식 0.15% 포인트 증가, 해외주식 3.75% 포인트 증가, 국내채권 3.925% 포인트 감소, 해외채권 0.025% 포인트 증가하고, 2021년부터 국내주식 23.65%, 해외주식

38.75%, 국내채권 33.18%, 해외채권 4.43%를 유지한 경우의 기금운용 수익률 전망이다. 시나리오3은 시나리오2보다 해외주식 비중 증가와 국내채권 비중 감소가 더 빠르게 이루어지는 경우로 이와 같은 자산배분 변화가 이루어지면 시나리오2보다 약간 높은 기금운용수익률 결과를 보임을 알 수 있다.

다음 그림은 시나리오2, 시나리오4, 시나리오5, 시나리오6의 추계 결과로, 최근 5년간의 변화를 유지하는 시나리오2와, 최근 5년간의 변화보다 작은 변화를 보이는 시나리오4, 시나리오5, 시나리오6을 비교한 결과이다.

[그림 3-40] 시나리오2, 4, 5, 6 추계 결과



시나리오4의 추계 결과는 국내주식 22.9%, 해외주식 20.0%, 국내채권 52.8%, 해외채권 4.3%에서 매년 국내주식 0.15% 포인트 증가, 해외주식 1.75% 포인트 증가, 국내채권 1.925% 포인트 감소, 해외채권

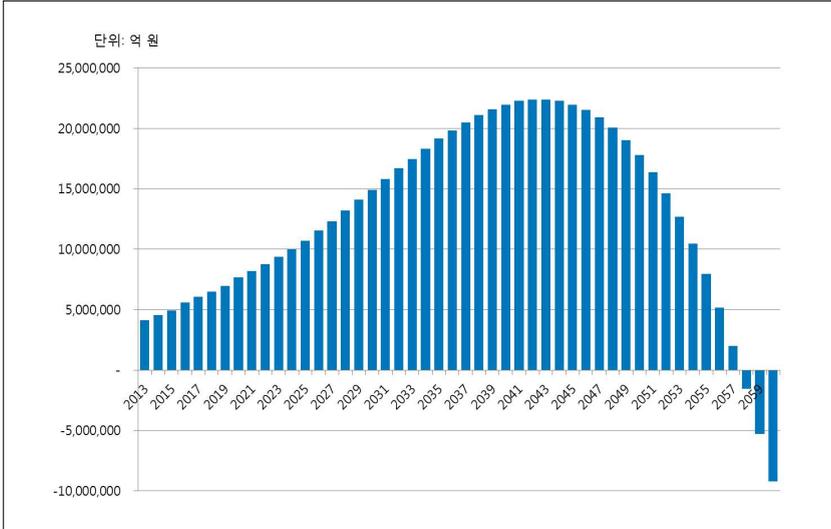
0.025% 포인트 증가하고, 2025년부터 국내주식 24.25%, 해외주식 35.75%, 국내채권 35.48%, 해외채권 4.53%를 유지한 경우의 기금운용 수익률 전망이다. 시나리오5의 추계 결과는 국내주식 22.9%, 해외주식 20.0%, 국내채권 52.8%, 해외채권 4.3%에서 매년 국내주식 0.15% 포인트 증가, 해외주식 1.25% 포인트 증가, 국내채권 1.425% 포인트 감소, 해외채권 0.025% 포인트 증가하고, 2029년부터 국내주식 24.85%, 해외주식 36.25%, 국내채권 34.28%, 해외채권 4.63%를 유지한 경우의 기금운용수익률 전망이다. 마지막으로 시나리오6의 추계 결과는 국내주식 22.9%, 해외주식 20.0%, 국내채권 52.8%, 해외채권 4.3%에서 매년 국내주식 0.15% 포인트 증가, 해외주식 0.75% 포인트 증가, 국내채권 0.925% 포인트 감소, 해외채권 0.025% 포인트 증가하고, 2035년부터 국내주식 25.75%, 해외주식 34.25%, 국내채권 35.23%, 해외채권 4.78%를 유지한 경우의 기금운용수익률 전망이다.

시나리오4, 시나리오5, 시나리오6의 추계치는 제3차 재정추계 기금운용수익률 가정과 2015년의 자산배분을 유지한 추계 결과인 시나리오1보다 모두 높은 추계치를 보인다. 이로써 현재의 자산배분에서 위험자산 투자 비중 증가와 안전자산 투자 비중 감소, 특히 해외주식 투자 비중의 증가는 기금운용수익률을 상승을 가져올 것으로 예상된다. 시나리오5는 시나리오4에 비해 그리고 시나리오6은 시나리오5에 비해 위험자산 증가와 안전자산 감소 정도의 변화가 작다. 위 결과를 통해서 볼 때 장기적으로는 시나리오별로 큰 차이가 없지만 자산배분 비중의 감소 정도가 작을수록 기금운용수익률 전망은 그렇지 않은 경우에 비해 낮게 유지된다.

위에서 전망한 기금운용수익률 추계치로 기금운용수익률을 가정하여 국민연금기금의 적립기금 규모를 산출하면 아래 그림과 같다. 단, 다음의 결과들은 현 재정추계 모형(3차 재정추계)에 기금운용수익률 추계치만

새로 대체하여 기금 규모를 추정한 결과이다.

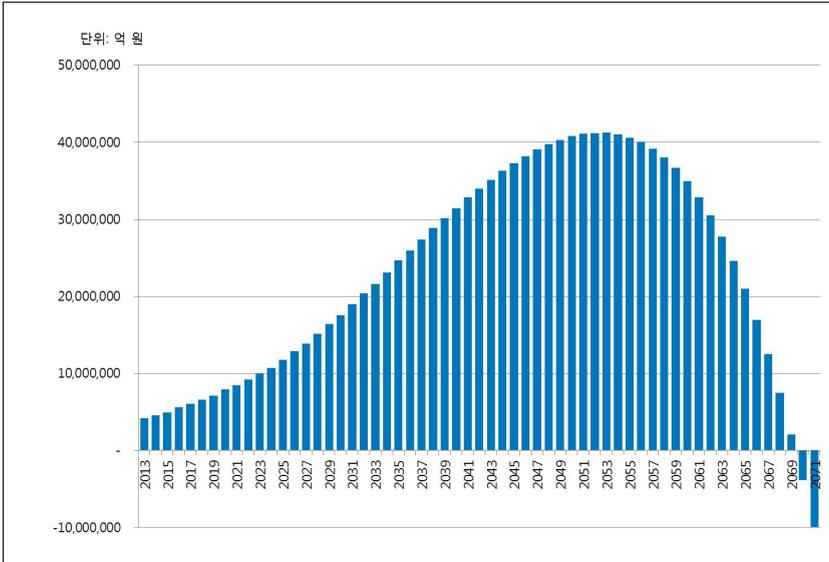
[그림 3-41] 시나리오1의 적립기금 규모 전망



주: 기금운용수익률 가정을 제외한 제3차 재정추계 변수의 가정은 동일하게 사용되었으며, 2013~2015년 기금운용수익률은 실적치를 사용함.

위 그림의 결과는 시나리오1의 기금운용수익률 전망을 제3차 재정추계에서 기금운용수익률 가정으로 대체하여 적립기금 규모를 전망한 값이다. 시나리오1의 결과를 기금운용수익률로 가정할 때, 기금고갈 시점을 2058년으로 2년 앞당기는 결과를 얻었다. 2015년도 자산배분을 그대로 유지하는 경우, 즉 현 상황을 유지하는 경우에 이와 같은 결과를 얻었다. 추가적으로 2013~2015년 기금운용수익률을 실적치가 아닌 제3차 재정추계 기금운용수익률 가정으로 대체하는 경우에 기금고갈 시점을 2059년으로 1년 앞당기는 결과를 도출하였다.

[그림 3-42] 시나리오2의 적립기금 규모 전망

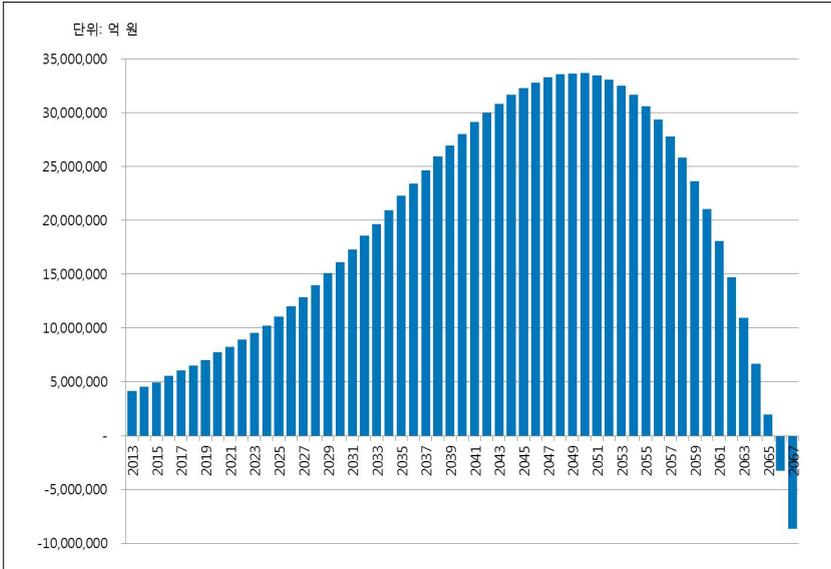


주: 기금운용수익률 가정을 제외한 제3차 재정추계 변수의 가정은 동일하게 사용되었으며, 2013~2015년 기금운용수익률은 실적치를 사용함.

위 그림은 시나리오2의 결과로, 최근 5년간의 자산배분 비중 변화를 유지한 경우의 적립기금 규모 전망이다. 앞서 살펴본 기금운용수익률 전망 값을 보더라도 제3차 재정추계의 기금운용수익률 가정과 시나리오1의 기금운용수익률 추계치에 비해 시나리오2의 기금운용수익률 전망은 높은 값을 보였다. 이러한 시나리오에 의해 전망된 적립기금 규모는 2070년이 기금고갈 시점이 되어, 10년이 연장되는 효과를 보였다. 최근 5년의 자산배분 비중 변화가 계속적으로 유지되는 상황이 적립기금 규모에 영향을 주는 것은 분명하다.

다음에서는 기금운용수익률 전망 시나리오 중 자산배분 비중 변동이 가장 적은 시나리오6의 기금운용수익률 전망을 적용한 적립기금 규모에 대해 살펴본다.

[그림 3-43] 시나리오6의 적립기금 규모 전망



시나리오6의 적립기금의 고갈시점은 2066년으로, 6년이 연장되는 결과를 얻었다. 이는 2015년 자산배분 비중인 국내주식 22.9%, 해외주식 20.0%, 국내채권 52.8%, 해외채권 4.3%를 기준으로 하여 매년 국내주식 0.15% 포인트 증가, 해외주식 0.75% 포인트 증가, 국내채권 0.925% 포인트 감소, 해외채권 0.025% 포인트가 증가하고, 위험자산과 안전자산 비중이 6:4가 되는 시점인 2035년부터 국내주식 25.75%, 해외주식 34.25%, 국내채권 35.23%, 해외채권 4.78%로 지속적인 자산배분 비중을 유지했을 때의 결과이다. 최근의 자산배분 비중 변화를 유지했을 때보다 고갈시점 연장효과가 적지만 자산배분 비중 변화가 적립기금 규모에 영향을 미친다.

2. 기금운용수익률 추계의 의의와 한계

이 연구의 의의는 기금운용수익률 가정에 대해 기존과 다른 방식으로 대안을 제시했다는 점에 있다. 국민연금 재정계산은 5년 주기로 시행되므로 2018년에 제4차 국민연금 재정계산을 앞두고 있는데, 이러한 시점에서 위와 같은 기금운용수익률 가정에 대한 연구는 필요하다. 따라서 앞으로는 본 연구뿐만 아니라 기금운용수익률 가정에 대한 개선안과 발전 방안 등도 나와야 할 것이다. 그리고 현재까지 재정추계에서 기금운용수익률 가정에 대한 문제점을 검토함으로써 기금운용수익률 가정의 중요성에 대해 살펴본 것 또한 의의가 있다.

기금운용수익률 전망을 위해 학술적으로 검증된 시계열 모형을 사용하였으나, 시계열 모형의 특성상 단기 또는 중기 추계에는 좋은 결과를 기대할 수 있지만, 장기 전망에는 불확실성이 더욱 커지므로 결과의 신뢰도 측면에서 좋은 결과를 기대하기는 어렵다. 하지만 경제성장률 변수와 연계된 계량모형과 자산배분 비중을 고려하여 장기적인 전망을 도출했다는 점에서 의미가 있다.

추계를 위한 모형을 구성하면서 대체투자를 포함한 모든 투자부문들이 고려되고, 해외주식과 해외채권의 지역별 자산배분 비중과 수익률의 자료가 있었다면 더 나은 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 투자부문 수익률을 추계하기 위해 대체로서 사용된 지수 수익률 자료가 아닌 자료가 확보된 각 투자부문의 국민연금 투자 수익률 자료를 사용하면 더 좋은 추계 결과를 얻을 수 있을 것이다.

제5절 소결

기금운용수익률 가정은 재정추계 시 적립기금 추계에서 기금고갈과 미래의 재정을 고려할 때 매우 중요한 요소이다. 그런데 제3차 재정계산까지 기금운용수익률 가정은 이러한 중요성에도 불구하고 다른 변수들에 밀려 고려 대상이 아니었다. 이 연구에서는 기존 기금운용수익률 가정이 현실 및 미래를 적절히 반영하지 못했다고 판단하고 연구를 수행하였다. 본 연구에서 기존과 차별되는 점은 외생변수로 경제성장률을 고려한 시계열모형을 고려한 점이다. 또한 자산배분 비중과 이를 연계하여 기금운용수익률을 전망했다는 점이다. 재정계산에서 사용되는 변수는 경제성장률과 연관되어 전망되는 것이 중요하며, 기존 방법의 대안으로서 계량모형을 도입하여 각 투자부문 수익률을 전망하여 학술적 의미를 더했다. 국민연금기금의 자산배분 비중은 과거와 현재의 경제·금융 환경에 따라 많은 변화를 겪었으며 미래에도 분명히 변할 것이다. 이러한 상황을 고려하여 국내자산 투자의 감소, 해외자산 투자의 증가, 위험자산의 증가, 안전자산의 감소를 자산배분 비중 시나리오에 가정을 하였다. 또한, 자산배분 비중을, 위험자산 비중과 안전자산 비중이 6:4라는 기준을 경계로 하여 더 변화하지 않도록 설정하였다. 이는 해외 연기금에서 자산배분 시 이용하는 참조포트폴리오로, 시장중립적 포트폴리오와 맥락을 같이한다.

자산배분 비중의 시나리오와, 각 투자부문 수익률의 보조 지표로서 관련성이 높은 지수 수익률의 추계 결과를 연계하여 기금운용수익률을 전망해 보았다. 2015년 자산배분 비중을 계속해서 유지 시 기금운용수익률 전망은 제3차 재정추계의 추계 결과보다 낮은 수준에서 이루어졌다. 그리고 최근 5년간의 자산배분 변화 경향이 유지되었을 때, 즉, 해외자산 및 위험자산 증가가 유지될 때에는 제3차 재정추계에서 가정한 기금운용수익률 가정보다 높은 기금운용수익률 전망을 보였다.

본 연구의 기금운용수익률 전망값을 2015년 자산배분 비중과 연계 시 기금고갈 시점이 제3차 재정추계 결과인 2060년보다 2년 앞당겨진 2058년이었다. 또한, 최근 5년간 자산배분 비중 변화를 유지하는 경우(시나리오2) 기금고갈 시점이 10년 연장되는 결과를 얻었다. 즉, 현 자산배분을 유지하는 경우에 제3차 재정추계의 기금운용수익률보다 낮은 기금운용수익률 전망을 하였고, 해외자산과 위험자산 투자의 증가가 적립금 규모에 기금고갈 시점을 연장시키는 효과를 보임을 분석하였다.

이 연구는 학술적으로 검증된 시계열 모형인 ARIMAX 모형과 벡터 ARIMA 모형을 고려하여 추계하였다는 점에서 기존에 고려되었던 방법과는 다르다. 기존과 다른 방법을 택함으로써 이에 따르는 자료의 부족 문제 및 시계열 방법이 지니는 장기 전망에 대한 한계가 있지만, 과거 재정추계에서 시행했던 기금운용수익률 가정에 비해 다른 측면들을 고려하여 전망하였다는 점에서 의미를 갖는다.

결론으로, 재정추계에서 기금운용수익률의 중요성과 필요성을 감안할 때 제4차 재정계산에서는 기금운용수익률 가정에 대한 검토가 철저하게 이루어져야 함을 제시하고자 한다.

제 4 장

결론

확률론적 재정추계 방법론은 다양한 입력변수들을 확률변수로 설정하고 그로 인한 추계 결과에 다양한 발생 가능성을 수치적으로 계량화할 수 있다. 이러한 수치는 이해 당사자가 확률론적 재정추계 결과를 이해하는데 추가적인 정보를 제공하는 역할을 할 것이다. 그러나 재정추계 모형에 적용되는 모든 변수들을 전부 확률변수화 하는 것은 매우 힘든 과정이어서 해외 연금 선진국의 선행연구들에서도 주로 인구변수 등 일부 변수들을 확률 모형화 하여 현 우리나라 재정추계 결과의 민감도 분석과 유사한 형태의 결과물을 제공하고 있다.

본 연구에서는 그러한 확률론적 재정추계 방법론을 시도해 보기 위한 첫 단계로서 소득과 기금운용수익률을 기존 재정추계 방법론과 다른 방식으로 살펴보았다. 소득에는 경험적 분포를 확률분포로 적합시키는 방법을 적용해 보았고, 기금운용수익률에는 시계열모형을 이용하여 기금운용수익률 변수의 dynamics를 반영하고자 하였다. 특히 본 연구의 2장에서 살펴본 가입자에 대한 소득의 경우에는 3차 재정추계까지는 가입자의 평균소득을 이용하여 기금의 수입/지출을 산출하여 전망하였다.

그러나 본 연구에서는 특히 연령별 소득분포를 모형화하는 데 중점을 두었다. 우선 국민연금의 일부 실적자료를 이용하여 연령별 소득자료를 확률분포로 적합하는 과정을 거쳤고, 그러한 확률분포를 이용하여 연령-소득 프로파일을 생성하는 다양한 방법들을 논의하였다. 이러한 결과는 비록 국민연금의 특정 이력자료만을 활용하였기 때문에 한계가 있기는 하지만, 앞으로 이러한 방법론을 이용하여 전 국민연금 가입자 및 수급자

의 이력자료로 소득분포를 추정한다면 재정추계에서 활용할 수 있는 소득분포 모형화가 완성될 수 있다고 본다. 또한, 소득계층의 전이 가능성도 함께 살펴봄으로써 소득 정보를 활용할 시 소득계층의 이동을 고려한 추가적인 방법론이 필요함을 확인하였다. 소득분포 추정에 관한 연구는 앞으로 단계적으로 추가하여 연구할 필요가 있다.

본 연구의 3장에서는 기금운용수익률 전망에 관한 방법론을 제안하고, 그 방법론을 이용한 전망 결과를 함께 제시하고 있다. 앞서 소개한 것과 같이 본 연구에서는 시계열모형을 이용하여 기금운용수익률 변수의 dynamics를 반영하고자 하였으며, 다음 연구과제에서는 불확실성을 고려하여 기금운용수익률을 확률변수화 한 모형으로 발전시킬 계획이다. 재정추계에서 기금운용수익률 가정은 장래 기금의 재정적 충분성을 예측해 보고자 할 때 매우 중요한 요소이다. 기존 기금운용수익률 가정은 실제 현실을 반영하지 못한 채 이루어져 실적 수익률과 전망된 수익률의 격차가 크게 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서 다른 기금운용수익률 가정에서는 기존 재정추계 과정에서와는 다르게 외생변수로 경제성장률을 고려한 시계열모형과 자산배분 비중을 함께 사용하였다.

기금운용수익률 전망과 관련한 본 연구는 학술적으로 검증된 시계열 모형인 ARIMAX 모형과 벡터 ARIMA 모형을 고려하여 추계하였다는 점에서 기존 주된 연구 방법과는 다르다. 재정추계 시 사용되는 변수는 경제성장률과 연관되어 전망되는 것이 중요하기 때문에 기존 방법의 대안으로서 계량모형을 도입하여 각 투자부문수익률을 전망했다는 점은 학술적으로도 그 의미가 크다고 하겠다.

이 연구의 한계점으로는, 장기 전망을 위한, 과거 자료를 충분히 사용하지 못했다는 점과 시계열 방법이 지니는 불확실성 등으로 인하여 장기 전망보다 단기·중장기적 전망에 좀 더 적절한 방법론이라는 점을 들 수

있다. 또한 자산배분비율에 대한 타당성을 좀 더 확보한 기금운용수익률 전망이 필요하다고 본다. 그러나 과거 재정추계에서 시행했던 기금운용 수익률 가정에 비해 다른 측면들을 고려하였기 때문에 이와 같은 전망 방법론을 4차 재정추계를 위해 검토할 수 있을 것이다. 이와 같이 본 연구는 정책을 제안하기 위한 기초연구의 초년도 연구라 할 수 있다. 앞으로 다 년도에 걸쳐 이 연구와 유사한 추계변수들의 확률 모형화 방법론에 대한 연구가 이루어진 후에 통합적으로 결정론적 추계 방법론과 견줄 수 있는 신뢰성 있는 추계 결과를 제공하는 것을 목표로 하고 있으며, 연구 결과가 정책 수립에 기여할 수 있도록 계속적으로 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌 <<

- 국민연금기금운용본부. (2016). 연간자산배분 계획. fund.nps.or.kr/jsppage/fund/mcs/mcs_08_01.jsp(2016. 6. 10. 인출)
- 국민연금재정추계위원회. (2013). 2013 국민연금재정계산 국민연금 장기재정추계. 국민연금재정추계위원회.
- 김순옥, 한정림. (2004). 연금급여액 추계방법의 개선방안. 국민연금연구원 연구보고서.
- 김종면, 성명재. (2004). 사회보장정책의 장기 재정지출 소요 추정과 정책방향. 한국조세재정연구원 연구보고서 04-02.
- 김종면, 성명재. (2003a). 장기인력수급 추이에 따른 소득세원의 변화. 한국조세재정연구원 연구보고서.
- 김종면, 성명재. (2003b). 소득분포의 특성을 사용한 세대별 연령-소득 곡선. 한국경제의 분석, 9(3), pp.153-253.
- 박상우, 김성환. (2013). 소득불평등 추이와 요인분해. 경제연구, 31(3), pp. 77-100.
- 박지현. (2015). 장래인구변화와 지방재정의 지속가능성에 관한 연구, 한국지방세연구원 연구보고서.
- 보건복지부. (2016). 2015년도 국민연금 기금운용 성과평가(안).
- 보건복지부. (2015). 2015년 3월 국민연금기금 운용현황.
- 보건복지부. (2014). 2014년 3월 국민연금기금 운용현황.
- 보건복지부. (2013). 2013년 3월 국민연금기금 운용현황.
- 보건복지부. (2012). 2012년 3월 국민연금기금 운용현황.
- 보건복지부. (2011a). 2010년도 국민연금 기금운용 성과평가(안).
- 보건복지부. (2011b). 2011년 4월 국민연금기금 운용현황.
- 보건복지부. (2010). 2010년 10월 국민연금기금 운용현황.
- 보건복지가족부. (2009a). 2008년도 국민연금기금운용성과평가(안).
- 보건복지가족부. (2009b). 2009년도 국민연금기금 운용현황(5월말 기준).

- 보건복지가족부. (2008a). 2007년도 국민연금기금운용성과평가(안).
- 보건복지가족부. (2008b). 2008년도 국민연금기금 운용현황(2월말 기준).
- 석상훈. (2009). 고령자 세대의 소득분포 및 소득이동. 재정학연구, 2(4), pp.61-88.
- 성명재, 박기백. (2008). 조세, 재정지출의 소득재분배 효과 -소비세 및 현물급여 포함: 조세, 재정지출의 소득재분배 효과. 재정학연구, 1(1), pp.63-94.
- 신관호, 신동균. (2007). 소득분포 양극화의 특성과 경제, 사회적 영향. 한국경제의 분석, 13(1), pp.63-119.
- 신성환. (2010). ALM 분석을 통한 국민연금 적립금 목표수익률에 대한 연구. 금융연구, 24(1), pp.67-97.
- 신주형, 김윤미, 김태환. (2015). 통계청 가계조사자료에 기초하여 계산된 상위 소득점유율. 한국경제학보, 연세대학교 경제연구소, 22(1), pp.87-97.
- 안재균. (2015). 배출권거래제 대응 의사결정 프로그램 개발 연구. 에너지경제연구원, 수시 연구보고서, pp.14-07.
- 양준모. (2013). 기금운용수익률의 장기적 변화와 기금운용 전략. 국민연금연구원, 연금포럼, 50(0). pp.21-29.
- 유항근. (2001). 엔트로피 극대화를 이용한 소득분포함수와 소득 불평등지수 - 한국의 경기변동과 계층별 소득분포의 변화. 응용경제, 3(1), pp.109-131.
- 이호선. (2013). 국민연금 재정계산 기금투자수익률 가정에 관한 연구. 한국증권학회.(발표자료).
- 조신섭, 손영숙, 성병찬. (2016). SAS/ETS를 이용한 시계열분석. 서울: 율곡출판사.
- 최희갑. (2006). Zipf 분포에 기초한 한국의 기업 규모 분포 분석. 통계연구, 11(2), pp.1-23.
- 한국보건사회연구원. (2015). 국민연금기금 관리·운용체계 개선방안. 정책토론회 자료집.
- 한종석, 최승문, 윤성주. (2015). 근로소득 불평등 변화에 대한 실증분석과 정책적 함의. 한국조세재정연구원 기본과제 최종보고서.

- Bienvenue, D., Caren, S., Cole, J. & Pontes, D. (2015). *Global Equity Annual Program Review*. CalPERS Investment Office Global Equity.
- Balintfy, Joseph L. & Goodman, Seymour S. (1973). Socio-Economic factors in income inequality: A Log-normal hypothesis. *Journal of Economics*, 33, pp.389-402.
- CPPIB. (2016). *CPP Investment Board 2016 Annual Report*.
- Dagum, C. (1977). A new model of personal income distribution: Specification and estimation. *Economie Appliquee*, XXX, 3, pp.413-436.
- FTSE. (2016a). *FTSE Global All Cap Index factsheet(Date as at: 29 January 2016)*.
- FTSE. (2016b). *FTSE Global All Cap Index factsheet(Date as at: 30 June 2016)*.
- Graf, M., Nedyalkova, D., Munnich, R., Seger, J. & Zins, S. (2011). *Parametric Estimation of Income Distributions and Indicators of Poverty and Social Exclusion*. AMELI.
- Hyndman, Rob J. (2010). *The ARIMAX model muddle*. robjhyndman.com/hyndsight/arimax/.
- Jenkins, Stephen P. (2007). *Inequality and the GB2 income distribution*. IZA DP No. 2831, IZA Discussion Paper series.
- Jenkins, Stephen P. (2009). Distributionally-sensitive inequality indices and the GB2 Income distribution. *Review of Income and Wealth*. 55(2), pp.392-398.
- Johnson, N. L., Kotz, S. & Balakrishnan, N. (1995). "Logistic Distribution". *Continuous Univariate Distributions(volume 2)*, Wiley, pp.140-142.
- Johnson, N. L., Kotz, S. & Balakrishnan, N. (1994). "*Lognormal*

- Distributions". Continuous univariate distributions(volume 1), Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics: Applied Probability and Statistics (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.*
- Kleiber, C. (2008). "Chapter 6. A Guide to the Dagum Distributions", in Chotikapanich, Duangkamon(eds.). *Modeling Income Distributions and Lorenz Curves (Economic Studies in Inequality, Social Exclusion and Well-Being)*, Springer, pp.97-117.
- Kleiber, C. & Kotz, S. (2003). Statistical size distribution of income, *International Economic Review*. 1, pp.79-106.
- Mcdonald, James B. & Xu, Yexiao J. (1995). A generalization of the beta distribution with applications, *Journal of Econometrics*. 66, pp.133-152.
- Mcdonald, James B. (1984). Some generalized functions for the size distributions of income, *Econometrica*. 52, pp.647-663.
- Pareto, V. (1964). *Cours d'Economie Politique*, Nouvelle edition par G.-H. Bousquet et G. Busino, Geneva: Librairie Droz.
- Parker, S. C. (1999). The generalized beta as a model for distribution of earnings. *Economic Letters*, 62, pp.197-200.
- Sutton, J. (1997). Gibrat's Legacy, *Journal of Economic Literature*. 32(1), pp.40-59.
- Wataru, S. (2002-02-22). *Physics of Personal Income*. arXiv: cond-mat/0202388.
- Zhao, E., Zhao, J., Liu, L., Su, Z., & An, N. (2015). Hybrid Wind Speed Prediction Based on a Self-Adaptive ARIMAX Model with an Exogenous WRF Simulation. *Energies*, 9(1), 7.

간행물회원제 안내

▶ 회원에 대한 특전

- 본 연구원이 발행하는 판매용 보고서는 물론 「보건복지포럼」, 「보건사회연구」도 무료로 받아보실 수 있으며 일반 서점에서 구입할 수 없는 비매용 간행물은 실비로 제공합니다.
- 가입기간 중 회비가 인상되는 경우라도 추가 부담이 없습니다.

▶ 회원종류

- 전체간행물회원 : 120,000원
- 보건분야 간행물회원 : 75,000원
- 사회분야 간행물회원 : 75,000원
- 정기간행물회원 : 35,000원

▶ 가입방법

- 홈페이지(www.kihasa.re.kr) - 발간자료 - 간행물구독안내

▶ 문의처

- (30147) 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 사회정책동 1F~5F
간행물 담당자 (Tel: 044-287-8157)

KIHASA 도서 판매처

- | | |
|---|---|
| ■ 한국경제서적(총판) 737-7498 | ■ 교보문고(광화문점) 1544-1900 |
| ■ 영풍문고(종로점) 399-5600 | ■ 서울문고(종로점) 2198-2307 |
| ■ Yes24 http://www.yes24.com | ■ 알라딘 http://www.aladdin.co.kr |