



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

정 재 준 교수지도

석사학위청구논문

GIS 소프트웨어를 이용한  
도형표현도 제작에 관한 연구

2013

성신여자대학교 대학원

지 리 학 과

박 가 인 비

GIS 소프트웨어를 이용한  
도형표현도 제작에 관한 연구

정 재 준 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2012년 11월

성신여자대학교 대학원

지 리 학 과

박 가 인 비

# 인 준 서

박가인비의 석사학위 논문으로 인준함.

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

성신여자대학교 대학원

## 논문 개요

오늘날, 컴퓨터 기술의 발달 및 GIS 소프트웨어의 보급은 주제도 사용의 편의성과 주제도 제작의 효율성을 향상시켰다. 그러나 제작 가능한 유형이 소프트웨어에서 제공되는 기능에만 국한되어 주제도 표현의 다양성은 향상되지 못한 실정이다. 특히 도형표현도의 경우 단계구분도와 함께 유용하게 사용되지만 상용 소프트웨어로 제작 가능한 유형이 매우 한정적이며, 소프트웨어마다 지원하는 지도 제작 기능(cartographic functionality)의 정도가 제한적이기 때문에 소프트웨어 사용자의 요구를 모두 충족시키기에는 한계가 있다.

본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 현재 GIS 소프트웨어를 이용하여 구현하기 곤란한 도형표현도를 선택한 후 이를 구현하고자 하였다. 먼저 이를 위해 국내외 국가지도집(national atlas)을 대상으로 분석을 진행하였다. 분석 결과 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도는 사용 빈도가 높음에도 불구하고 현재 GIS 소프트웨어의 기본적인 제작 옵션으로는 구현이 곤란함을 알 수 있었다. 이에 따라 이 두 가지 유형을 연구 대상으로 하여 GIS 소프트웨어를 이용한 제작 방안을 구체적으로 제시하였다.

본 연구는 연구 대상 및 범위가 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도에 한정되어 있다는 제한점이 있다. 그러나 점 자료와 관련한 절대량을 표현하는데 유용성이 높은 도형표현도의 제작 방안을 모색하고, GIS를 이용하여 지도를 제작하고자 하는 일반 사용자들이 이를 쉽게 적용할 수 있도록 활용 가능성을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 향후에는 연구 범위를 확장하여 사용자의 요구에 맞는 다양한 도형표현도를 구현할 수 있도록 제작 기법에 대한 지속적인 연구가 필요할 것이다.

# 목 차

## 논문 개요

<b>I. 서론</b> .....	<b>1</b>
1. 연구배경 및 목적 .....	1
2. 연구동향 .....	3
1) 주제도 관련 연구동향 .....	3
2) 도형표현도 관련 연구동향 .....	5
3. 연구방법 및 내용 .....	10
<b>II. 도형표현도의 정의 및 제작 원칙</b> .....	<b>12</b>
1. 도형표현도(proportional symbol map) .....	12
1) 도형표현도의 개념 .....	12
2) 도형표현도 제작에 적합한 자료 유형 .....	13
2. 도형 표현도 제작 시 고려해야 할 사항 .....	16
1) 기호(symbol)의 선정 .....	16
2) 도형 크기의 척도화 방법 .....	19
3) 범례의 표현 방법 .....	24
<b>III. 국가지도집(national atlas) 사례 분석</b> .....	<b>26</b>
1. 대한민국 국가지도집 .....	27
2. 일본 국가지도집 .....	29
3. 독일 국가지도집 .....	32
4. 멕시코 국가지도집 .....	34
5. 종합 .....	39

<b>IV. GIS 소프트웨어를 이용한 도형표현도 제작 한계</b> .....	<b>41</b>
1. 소프트웨어에서 구현 가능한 도형표현도 유형 .....	41
2. 소프트웨어에서 구현 불가능한 도형표현도 유형 .....	43
3. 도형표현도 제작에 활용 가능한 확장프로그램 사례 .....	46
<b>V. GIS 소프트웨어를 이용한 도형표현도 개선방안</b> .....	<b>50</b>
1. 2차원 점묘도 .....	50
1) 제작 필요성 .....	50
2) 제작 방법 .....	54
3) 기존 방법과 제안 방법과의 비교 .....	58
2. 반원형 도형표현도 .....	61
1) 제작 필요성 .....	61
2) 제작 방법 .....	63
3) 기존 방법과 제안 방법과의 비교 .....	73
<b>VI. 결론</b> .....	<b>75</b>

참고문헌

ABSTRACT

## 표 목 차

<표 1> 도형표현도 분석에 이용한 국가지도집 .....	26
<표 2> 국가지도집에 나타난 도형표현도 유형별 유무 현황 .....	39
<표 3> ArcGIS에서 제작 가능한 다이어그램과 불가능한 유형 분류 .....	44
<표 4> 2차원적 점묘도 제작을 위한 속성자료 구축 .....	54
<표 5> 기존 방법과 제안 방법과의 비교(2차원 점묘도) .....	60
<표 6> 반원형 도형표현도 제작을 위한 속성자료 구축 .....	63

## 그림 목 차

<그림 1> 연구 흐름도 .....	11
<그림 2> 도형표현도의 부적절한 사용 .....	14
<그림 3> 도형표현도로 나타낼 수 있는 점 자료 유형 .....	15
<그림 4> 그림기호 예시 .....	16
<그림 5> 2차원 기하학적 기호의 세 가지 유형 .....	17
<그림 6> 3차원 기하학적 기호의 세 가지 유형 .....	18
<그림 7> 누적 심볼 예시 .....	19
<그림 8> 수학적 척도법과 인지적 척도법 .....	22
<그림 9> GIS 소프트웨어의 도형 크기 설정 .....	24
<그림 10> 도형표현도의 다양한 범례 표현 방법 .....	25
<그림 11> 대한민국 국가지도집의 2차원 점묘도 .....	27
<그림 12> 대한민국 국가지도집의 도형표현도 사례 .....	28
<그림 13> 일본 국가지도집의 2차원 점묘도 .....	29
<그림 14> 일본 국가지도집의 원형 도형표현도 .....	30
<그림 15> 일본 국가지도집의 반원형 도형표현도 .....	31
<그림 16> 독일 국가지도집의 2차원 점묘도 .....	32
<그림 17> 독일 국가지도집의 도형표현도 사례 .....	33
<그림 18> 멕시코 국가지도집의 반원형 도형표현도 .....	34
<그림 19> 멕시코 국가지도집의 분할된 점진 사각형 도형표현도 .....	35
<그림 20> 멕시코 국가지도집의 도형표현도 사례 (1) .....	36
<그림 21> 멕시코 국가지도집의 도형표현도 사례 (2) .....	37
<그림 22> ArcGIS에서 제작 가능한 도형표현도 유형 (1) .....	41
<그림 23> ArcGIS에서 제작 가능한 도형표현도 유형 (2) .....	42
<그림 24> 소프트웨어에서 구현 불가능한 도형표현도 유형 .....	45

<그림 25> Diagram Wizard 3.0으로 제작 가능한 다이어그램 유형 .....	46
<그림 26> Diagram Wizard의 Import/Export advanced diagram 기능 .....	47
<그림 27> Diagram Map Creator 익스텐션의 구성 .....	48
<그림 28> Diagram Map Creator로 제작 가능한 다이어그램 유형 .....	49
<그림 29> Diagram Map Creator로 제작한 도형표현도 사례 .....	49
<그림 30> 점묘도 제작 시 발생하는 점 기호 융합의 문제 .....	51
<그림 31> 동일 자료에 대한 도형표현도 제작 결과 비교 .....	53
<그림 32> 2차원 점묘도 제작을 위한 레이어 속성 설정 .....	55
<그림 33> GIS S/W만을 이용하여 제작한 2차원 점묘도(1차 결과물) .....	57
<그림 34> 2차원 점묘도 제작을 위한 버퍼 생성 및 마스크 .....	57
<그림 35> GIS S/W만을 이용하여 제작한 2차원 점묘도(2차 결과물) .....	58
<그림 36> 2차원 점묘도 결과물 비교 .....	59
<그림 37> S/W를 이용한 다변량 지도 제작 시 발생하는 문제점 .....	62
<그림 38> 반원형 도형표현도의 심볼 표현 방법 .....	64
<그림 39> 제안 방법을 이용한 반원형 심볼 제작 .....	64
<그림 40> 반원형 도형표현도 제작 과정 .....	65
<그림 41> 반원형 도형표현도 제작 과정 및 1차 결과물 .....	66
<그림 42> 반원형 도형표현도의 범례 생성 과정 .....	67
<그림 43> 전출입 인구 반원형 도형표현도 결과물 .....	68
<그림 44> 원 그래프의 자료 값이 일치하지 않을 경우 .....	69
<그림 45> 원 그래프의 자료 값이 일치하지 않을 경우 범례의 조정 .....	70
<그림 46> 반원형 도형표현도 제작 시 범례의 유형 .....	71
<그림 47> 수출입액 반원형 도형표현도 결과물 .....	72
<그림 48> 반원형 도형표현도 제작 결과 비교 .....	73

# I. 서론

## 1. 연구배경 및 목적

지도는 비공간적인 속성을 가진 자료를 공간 자료와 융합하여 시각적으로 표현함으로써 지표상의 공간 관계 및 지리적 현상의 해석을 가능하게 한다. 최근 들어 지리적 시각화(geo-visualization)라는 학문적·실용적 패러다임에 따라 지도의 중요성은 지속적으로 증대되고 있으며 지도 제작에도 많은 변화를 가져왔다. 특히 GIS의 발달은 속성 자료와 공간 자료를 결합하여 자동화된 지도 제작을 가능하게 하였기 때문에 주제도 생산이 용이해졌고, 지도 제작의 효율성을 향상시켰다. 즉, GIS 소프트웨어의 상용화·보급화에 따라 단계구분도, 점묘도, 유선도, 도형표현도, 등치선도 등의 주제도를 누구나 손쉽게 제작할 수 있게 되었다. 그러나 소프트웨어를 이용하여 제작할 수 있는 지도의 종류와 표현 방법이 제한적이며, 특히 도형표현도의 경우 제작 가능한 유형이 한정적이다.

세계 각국의 국가지도집(national atlas)에 사용되는 도형표현도의 유형을 살펴보면 반원형 도형표현도, 분할된 반원형 도형표현도, 부채꼴(pie) 모양의 도형표현도, 2차원 점묘도 등 다양한 제작 기법이 사용되고 있으나 소프트웨어에서 기본적으로 제공하는 기능만으로는 이러한 유형을 제작하기가 현실적으로 불가능하다. 또한 지도 제작에 활용할 수 있는 소프트웨어의 종류는 다양하지만 소프트웨어마다 지원하는 지도제작기능(cartographic functionality)의 정도가 제한적이기 때문에 소프트웨어 사용자의 요구를 모두 충족시킬 수 있는 것은 아니다. 따라서 주제도 제작 과정에서 다양한 주제도를 제작하기 위해 일반적인 벡터 편집 소프트웨어를 사용하기도 한다. 하지만 편집 소프트웨어만을 사용하여 도형표현도를 제작할 경우 지도학적 원칙이 준수되기 어려운 것은 물론 완성도 역시 떨어진다. 그러므로 GIS 소프트웨어를 사용하

여 최종 지도를 생산하기 위한 중간 결과물을 제작하되 그 품질을 높임으로써 편집 소프트웨어를 사용하는 과정을 최소화하여 완성도 높은 지도를 제작할 필요가 있다. 이를 위해 본 연구에서는 사례 연구를 통해 유용성이 높음에도 불구하고 GIS 소프트웨어로 구현이 불가능하여 이를 구현하기 위해서는 편집 소프트웨어에 전적으로 의존하여야 하는 도형표현도를 대상으로 GIS 소프트웨어를 이용한 대안적 지도 제작 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 연구동향

본 연구는 주제도 제작 기법 중 하나인 도형표현도를 대상으로 한다. 이에 따라 주제도와 관련한 전체적인 연구 흐름을 개괄적으로 살펴본 후, 도형표현도 관련 연구에서 어떠한 논의가 이루어지고 있는지 살펴보려고 한다.

### 1) 주제도 관련 연구동향

특정 주제도 중 단계구분도와 관련한 연구 동향은 효율적인 색채 배열 제시 및 급간 분류 방법을 통해 지도의 인지 능력을 향상시키는 방안 위주로 연구가 이루어졌다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

문미옥<sup>1)</sup>은 학생들의 단계구분도 인지 능력에 계급 수와 색채 배열이 미치는 영향을 파악하고자 하였으며, 서열화가 잘된 색채 배열일수록 공간적 경향을 효과적으로 인지함을 밝혔다. 조현정<sup>2)</sup> 역시 단계구분도의 색채배열이 지리적 분포패턴을 인식하는데 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다. 그 결과 구체적인 정보 획득에는 스펙트럼배열과 발산배열이 다른 색채배열에 비해 효과적이며, 전체적인 지리적 분포패턴 파악에는 발산배열과 이중순서배열이 효과적인 것으로 나타났다.

황철수<sup>3)</sup>는 색채배열에 따라 단계구분도의 지리적 공간패턴에 대한 사용자의 이해와 인식이 달라질 수 있기 때문에 이를 고려한 색채배열 선정이 중요하다고 하였다. 이러한 논의에 따라 단계구분도의 색채 선정 시 7개 이상의 계급을 사용하지 않도록 해야 하며, 자료의 성격과 계급에 따라 적절한 색채로 표현하기 위해서는 색 연상(color association)을 고려할 필요가 있음을 언급하였다.

---

1) 문미옥, 1998, “사회과 지도 학습에 있어 단계구분도의 인지 능력에 관한 연구”, 경상대학교 석사학위논문.

2) 조현정, 2000, “단계구분도의 색채배열에 관한 연구”, 서울대학교 석사학위논문.

3) 황철수, 2002, “단계구분도의 색채배열에 관한 연구”, 한국지도학회지, 2(1), 63-70.

한편 정인철<sup>4)</sup>은 단계구분도 제작 시 자료를 효과적으로 나타내기 위한 최적 분류 방법을 통계학적·지도학적 측면에서 고찰하였으며, 손일<sup>5)</sup>은 기존의 통계적 인접성을 최적화하는 기법이 아닌 공간적 인접성을 기반으로 한 단계구분도의 계급 구간 분류 방법에 대하여 논의하였다. 신근하<sup>6)</sup>는 다양한 급간 분류법에 따른 단계구분도 인식의 차이를 분석하여 효율적인 급간 분류 방향을 제시하였다. 연구를 통해 전국을 대상으로 지도를 제작할 경우 급간 전체가 균형 있게 표현되도록 등면적법을 사용하는 것이 적절하며, 좁은 지역을 대상으로 한 단계구분도에서는 Jenks의 최적화 방법이 효과적임을 제안하였다.

다음으로 지도학적 원칙을 바탕으로 주제도 표현 방법에 대해 분석하고 주제도 제작 시 고려해야 할 요소들을 제시한 연구가 있으며, 그 내용을 살펴보면 다음과 같다. 주추미<sup>7)</sup>는 지리부도를 사례로 하여 지도의 기본 요소인 제목, 범례, 주석, 축척, 기본도, 색채, 디자인, 주제 내용 면에서 주제도의 문제점과 오류를 분석한 뒤 이를 바탕으로 학습자의 능력 향상 방안을 제시하였다. 리지영·김영성<sup>8)</sup>은 중학교 사회과부도에 수록된 지도와 외국의 지리부도를 대상으로 표현기법과 주제도의 난이도, 공간기호, 색채 배열 등을 비교 분석하였으며 효율성 있는 지리부도 제작을 위해서는 알맞은 내용 선정과 함께 축척, 기호, 색채 등 적절한 표현 기법을 고려해야 한다고 하였다.

손일<sup>9)</sup>은 사회과부도와 지리부도에 표현된 각종 주제도의 표현 기법을 분석하여 문제점을 제기하고 단계구분도 제작 시 계급 수, 자료화의 표준화 여부, 급간 구분, 색채배열, 타 주제도와의 결합 여부 측면을 고려해야 함을 강조하

4) 정인철, 1998, “단계구분도 제작을 위한 최적 분류 방법에 대한 소고”, 부산지리, 7, 1-12.

5) 손일, 2001a, “단계구분도의 계급구간 설정을 위한 공간적 인접성의 최적화기법에 관해”, 대한지리학회지 36(4), 434-443.

6) 신근하, 2002, “급간 분류에 따른 단계구분도 인식에 관한 연구”, 한국교원대학교 석사학위논문.

7) 주추미, 1998, “고등학교 지리부도의 주제도 분석을 통한 학습 능력 향상 방안”, 한국교원대학교 석사학위논문.

8) 리지영·김영성, 2000, “중학교 사회과부도 지리부문의 내용과 체제비교”, 국토지리학회지, 34(1), 13-25.

9) 손일, 2001b, “수준별 주제도 제작을 위한 기본 지침에 관해 : 제 6차 교육 과정 사회과부도와 지리부도의 분석을 통해”, 한국지도학회지 1(1), 41-51.

였다. 또한 학생들의 인지 수준에 맞는 주제도 종류가 제시되어야 하며보다 상세한 주제도 제작 지침이 마련되어야 할 필요가 있음을 언급하였다.

정나아·황철수<sup>10)</sup>는 주제도 제작의 일반적 원칙 및 그래픽 요소에 대하여 검토하고, 고등학교 지리부도 및 교과서에서 두 개 이상의 변량을 표현한 주제도를 대상으로 지도학적 원칙을 준수하여 표현되었는지 살펴보았다. 이를 통해 두 개 이상의 변량을 하나의 지도에 표현할 경우, 변수 간의 상호작용을 파악하여 색상, 모양, 크기 등 적절한 그래픽 요소를 선정해야 한다고 제안하였다.

김은정<sup>11)</sup>은 한국지리 검정 교과서 내 수록된 주제도를 정성적 주제도와 정량적 주제도로 분류하고 점, 선, 면 기호 유형별로 세분화하여 분석하였다. 연구를 통해 표현 기법의 오류와 문제점을 파악하고 주제도 제작 시 유의해야 할 사항들을 제시하였다. 정재준<sup>12)</sup>은 GIS 소프트웨어를 이용하여 점묘도, 도형표현도, 등치선도, 단계구분도 등의 각종 주제도를 제작함에 있어서 발생하는 문제점을 지적하며 각 주제도 제작에 고려할 사항과 가능한 대안을 제시하였다.

이상에서 살펴본 것처럼 국내에서 이루어진 주제도 관련 연구는 대체로 단계구분도와 관련한 연구가 중점적으로 이루어졌다. 또한 기존의 연구들은 GIS 소프트웨어를 이용한 주제도 제작에 관한 연구보다는 교과서와 지리부도를 대상으로 주제도의 구성 또는 지도학적 오류를 분석하거나 지도의 도해력 향상 방안에 초점을 맞추어 진행되었음을 알 수 있다.

## 2) 도형표현도 관련 연구동향

도형표현도에 관한 연구는 주로 도형표현도에 사용되는 지도의 심볼에 관

---

10) 정나아·황철수, 2006, “지리부도 구성 및 주제도에 관한 연구”, 한국지도학회지, 6(1), 25-33.

11) 김은정, 2010, “교과서 수록 주제도의 표현 방법 및 문제점에 관한 연구 -7차 교육과정 한국지리 4종 교과서를 사례로-”, 한국교원대학교 석사학위논문.

12) 정재준, 2012, GIS 소프트웨어를 사용한 주제도 범례 설정에 관한 연구”, 한국지도학회지, 12(2), 13-23.

한 연구와 도형의 크기 추정에 관한 연구가 중점적으로 이루어졌으며, 구체적으로 그 내용을 살펴보면 다음과 같다. Brewer와 Campbell<sup>13)</sup>는 단변량 및 이변량 자료에 선형(linear), 면형(areal), 체적(volumetric) 등 다양한 점진적 도형표현도 기법을 적용한 사례를 제시하고 이러한 표현 기법의 특징과 효과에 대하여 분석하였다.

Nelson<sup>14)</sup>은 지도에 사용되는 다양한 그래픽 변수의 조합 가운데 이변량 지도를 표현하는데 사용되는 기호에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구에서는 심볼을 색상과 크기의 결합에 따라 다른 변수와 독립적으로 특징을 나타내는 분리형(separable) 심볼, 변수 간의 상관관계를 파악하는데 용이한 통합형(integral) 심볼, 각 변수의 개별적인 특성을 표현하면서 두 자료의 상관관계를 함께 나타내어 새로운 특성을 제시할 수 있는 윤곽형(configural) 심볼로 분류하고 이에 대한 효과를 분석하였다.

Schnabel<sup>15)</sup>은 지도학자와 비전문가가 인터넷 웹 지도상에서 맵 심볼을 생성할 수 있는 툴을 개발하기 위한 기초 연구를 진행하였다. 이 연구에서는 지도에 사용되는 심볼 유형과 배열 특징들을 분석하고, 심볼을 이용한 데이터 표현 방법을 3가지로 분류하여 다음과 같이 정의하였다. 먼저 단순 기하학적 심볼(simple geometrical symbol)은 지도상의 위치에 따라 자료 값을 나타내는 일반적인 도형표현도 제작에 사용되며, 반복형 심볼(repeated symbol)은 균일한 크기의 심볼을 격자(grid)형태로 배열함으로써 데이터를 표현하는 방법이다. 또한 다이어그램 지도(diagram map)는 한 가지 이상의 데이터를 표현하는데 사용되는 제작 기법으로 각각의 다이어그램의 크기는 데이터의 크기에 비례한다고 정의하였다.

---

13) Brewer, C. A. and Campbell, A. J., 1998, Beyond graduated circles : varied point symbols for representing quantitative data on maps, *Cartographic Perspectives*, 29, 6-25.

14) Nelson, E. S. 2000. Designing effective bivariate symbols: the influence of perceptual grouping processes. *Cartography and Geographic Information Science*, 27(4), 261-78.

15) Schnabel, O., 2005, Map symbol brewer - a new approach for a cartographic map symbol generator, *Proceedings, 22th Conference of International Cartographic Association, Session 5, Theme 24, Jul 9-16. La Coruna, Spain.*

Gilmartin<sup>16)</sup>은 원 기호의 크기를 인지할 때 대상이 되는 원(target circle)이 이웃해 있는 원 기호에 크게 영향을 받는다는 사실을 규명하였다. 이에 따라 동일한 크기의 원일지라도 작은 도형으로 둘러싸인 원이 큰 원으로 둘러싸인 경우 보다 크게 인식되며, 이러한 도형의 크기 대비는 지도의 단위 지역에 경계선을 포함시킴으로써 크기 추정의 차이를 줄일 수 있음을 언급하였다.

Flannery<sup>17)</sup>는 쐐기형(wedge) 기호와 막대형 기호의 크기 추정 효과를 원 기호와 비교하여 분석하였다. 이 연구에서는 쐐기형 기호가 원 기호만큼 정확하게 추정되지는 못하나 도형의 정점이 자료가 속한 지점에서 표현되므로 특정 지점의 비율을 보여주는 데 유용하다고 하였다. 또한 선형의 막대 그래프 지도가 상대적으로 높은 추정 결과를 가져온다는 것을 밝혔다.

심정복<sup>18)</sup>은 중학교 사회과부도에 수록된 도형표현도를 대상으로 일반적 특성, 기호의 특성, 범례의 적절성 면에서 지도학적 이론을 준수하여 제작되었는지를 검토하였다. 그리고 기호 유형과 범례 표현 방식에 따른 학생들의 지도 인지 능력을 분석하였는데 선 기호, 사각 기호, 원 기호, 입체 기호 순으로 과소 추정의 정도가 증가함을 밝혔다. 또한 범례의 수가 많을수록 정확하게 인지하는 비율이 점차 높아지는 것으로 나타났으나 범례 수가 지나치게 많을 경우 지도에서 차지하는 면적이 늘어날 뿐만 아니라 인지에 혼란을 줄 수 있으므로 최대 5개를 넘지 않도록 해야 한다고 제안하였다.

박소영<sup>19)</sup>은 초등학교 교과서와 사회과부도에 수록된 도형표현도를 중심으로 연구를 수행하였다. 연구 결과 원으로 표현한 도형표현도가 가장 많이 사용되고 있으며, 여러 정보를 동시에 표현하기 위해 원을 분할시켜서 나타낸 파이 기호의 사용빈도가 높다는 것을 확인하였다. 또한 도형표현도에 대한 초등학생들의 판독능력을 파악하기 위해 기호의 종류와 크기, 범례 표현방법

---

16) Gilmartin, P. P., 1981, Influences of map context on circle perception, *Annals of the Association of American Geographers*, 71(2), 253-258.

17) Flannery, J. J., 1971, The relative effectiveness of some common graduated point symbols in the presentation of quantitative data, *The Canadian Cartographer*, 8(2), 96-109.

18) 심정복, 2007, "중학생의 도형표현도 인지 능력에 관한 연구", 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.

19) 박소영, 2008, "초등학생의 도형표현도 인지 능력에 관한 연구", 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.

을 달리하여 지도를 제작하여 설문조사를 실시한 결과 사각 기호(2D), 막대 기호(선, 1D), 원 기호(2D) 순으로 과소추정의 정도가 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

Meihoefer<sup>20)</sup>는 원 기호가 도형표현도의 심볼로 유용하게 사용되지만 지도 이용자들이 원의 크기 변화를 쉽게 알아차리기 어렵고, 원의 크기를 통해 자료를 정량적으로 정확하게 비교하기에 한계가 있음을 지적하였다. 이러한 문제는 범위 등급법에 따라 원의 크기를 달리하고 지도에 적합한 범례를 삽입함으로써 개선될 수 있다고 제안하였다. 또한 원 기호에 투명도를 주었을 때 와 회색, 검정색으로 나타냈을 때의 크기 추정 효과에 대해 연구하였으나 인지 측면에서 큰 차이가 없음을 규명하였다.

Crawford<sup>21)</sup>는 단색으로 도형표현도를 나타낼 수 있는 여섯 가지 표현 기법을 제안하고 이에 대한 효과를 비교하였다. 뿐만 아니라 검정색과 회색의 심볼을 이용하여 원 기호와 선의 두께와 관련한 인지 능력을 분석하였다. 연구 결과 회색 톤의 색상을 사용함으로써 지도의 가독성과 명료성 측면에서 시각적인 효과가 향상될 수는 있으나 검정과 회색의 색상 차이가 도형 크기를 인지하는데 큰 영향을 미치지 않는다고 밝혔다.

최근에는 이와 같이 도형의 크기 추정 및 인지적 측면에 초점을 둔 연구에서 벗어나 지도 제작 측면에서의 연구가 진행되기 시작하였다. Dobesova와 Valent<sup>22)</sup>는 도형표현도를 다이어그램 지도(diagram map)라고 정의하고, 절대량을 나타내는 정량적 자료를 표현하는데 이러한 지도가 유용하게 활용될 수 있음을 주장하였다. 또한 지도 제작에 가장 많이 사용되는 ESRI사의 ArcGIS S/W로 다이어그램 지도를 제작하기에는 한계가 있음을 지적하고, 'Diagram map creator'라는 확장 프로그램(extension)을 구현하여 도형표현도 제작에

---

20) Meihoefer, H. J., 1973, The visual perception of the circle in thematic maps : experimental results, *The Canadian Cartographer*, 10(1), 63-84.

21) Crawford, P. V., 1971, Perception of grey-tone symbols, *Annals of the Association of American Geographers*, 61(4), 721-735.

22) Dobesova, Z. and Valent, T., 2011, Program extension for diagram maps, *Geodesy and Cartography*, 37(1), 22-28.

활용 가능성을 제고하고자 하였다. 그러나 GIS 소프트웨어를 이용한 지도 제작 측면에서의 연구는 여전히 부족한 실정이다.

이상에서 논의된 연구 동향을 종합하면 다음과 같다. 그 동안 도형표현도와 관련한 연구는 주로 원 기호의 크기 추정 및 과소 추정에 관한 연구, 색상에 따른 도형의 인지 효과 등을 주제로 한 연구가 계속되어 왔다. 국내의 경우 도형표현도에 관한 연구 자체가 미흡한 실정이며, 교과서 및 사회과부도에 수록된 도형표현도를 대상으로 학생들의 인지 능력을 분석한 연구에 한정되어 있다.

따라서 본 논문에서는 인지적 측면 위주의 연구에서 벗어나 지도 제작 측면에서 연구를 진행하고자 하며, 상용 GIS 소프트웨어의 제한된 기능으로는 다양한 도형표현도 제작이 어렵다는 점에 주목하고자 한다. 또한 현재 상용화된 GIS 소프트웨어를 이용한 도형표현도 제작 시 발생하는 한계점을 지적하고, 소프트웨어에서 구현하기 어려운 도형표현도를 제작할 수 있는 대안을 모색하고자 한다는 점에서 기존 연구와 차별성을 지닌다고 할 수 있다.

### 3. 연구방법 및 내용

본 연구에서는 각종 주제도 유형 가운데 단계구분도와 더불어 가장 많이 사용되는 도형표현도를 연구 대상으로 하고 있으며, 소프트웨어로 구현하기 어려운 도형표현도의 제작 방안을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 다음과 같은 절차에 따라 연구를 진행하였다.

첫째, 도형표현도와 관련한 연구 동향을 검토하고 도형표현도의 개념적 정의와 유형, 일반적인 특성을 파악하였다. 그리고 도형표현도 제작 시 고려해야 할 사항들에 대해 종합적으로 고찰하였다.

둘째, 한국, 일본, 멕시코, 독일의 국가지도집(national atlas)을 대상으로 어떠한 유형의 도형표현도가 사용되고 있는지 표현 경향을 파악하였다. 이러한 분석 결과를 토대로 상용 소프트웨어에서 기본적으로 제공하는 기능만으로는 구현이 어려우나 사용빈도가 높은 도형표현도를 연구 대상으로 선정하였다.

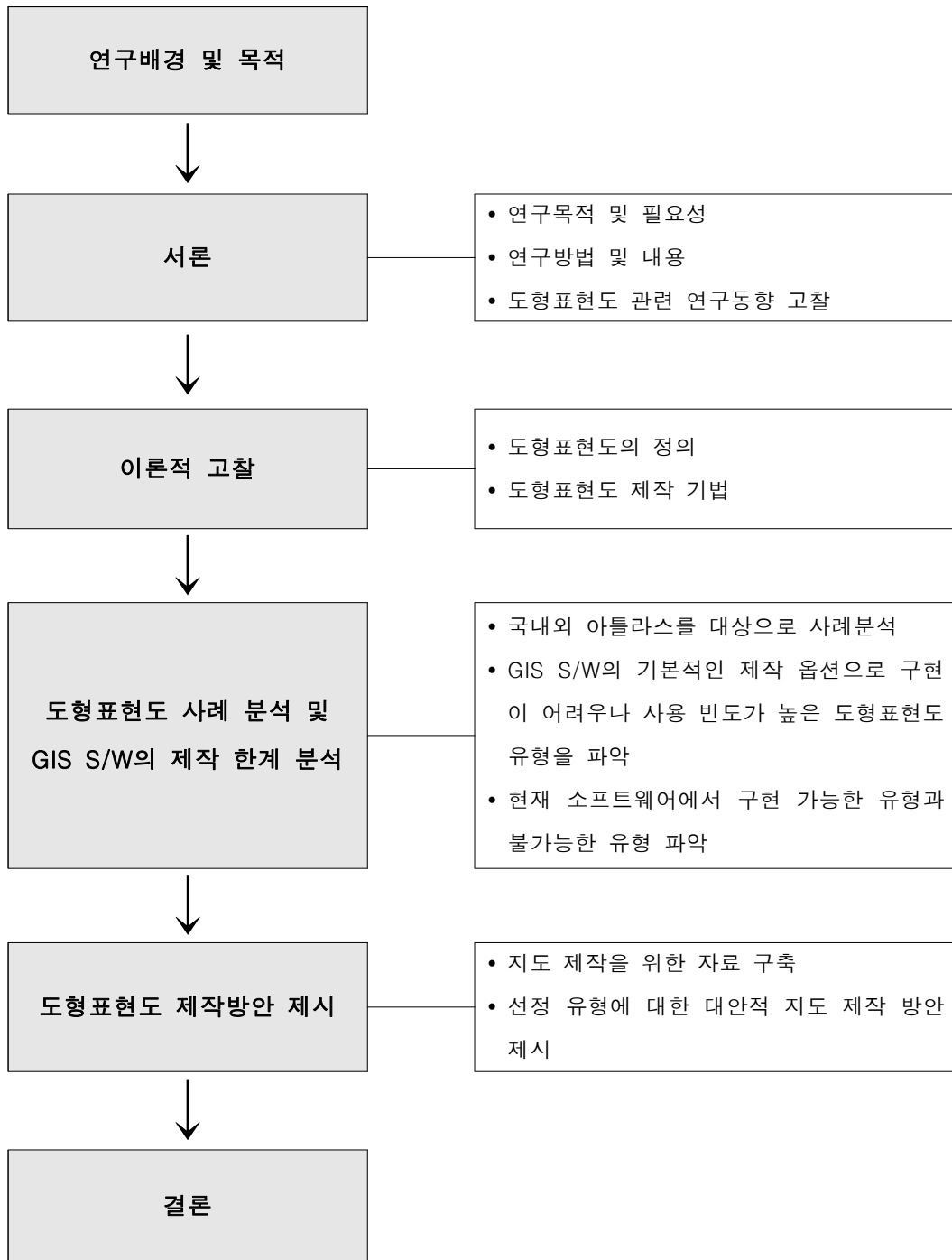
셋째, GIS 소프트웨어의 제작 한계점을 파악하기 위하여 소프트웨어로 제작 가능한 유형과 불가능한 도형표현도 유형을 분류하였다. 그리고 도형표현도 제작에 활용 가능한 스크립트(script) 및 확장프로그램(extension)을 조사하고, 확장프로그램을 이용할 경우 제작 가능한 도형표현도의 구현 범위를 살펴보았다.

넷째, 연구 대상으로 선정한 유형의 도형표현도를 구현하기 위한 구체적인 제작 방안을 제시하였다. 도형표현도 제작을 위한 속성 데이터는 통계청 국가통계포털<sup>23)</sup>, 한국무역협회<sup>24)</sup> 자료를 바탕으로 구축하였으며, 실제적인 도형표현도 제작을 위한 GIS 소프트웨어로는 전 세계적으로 가장 널리 사용되는 ESRI사의 ArcGIS 9.3을 사용하였다. 이러한 연구의 전체적인 흐름과 연구방법은 다음과 같다(그림 1).

---

23) <http://kosis.kr/>

24) <http://www.kita.net/>



<그림 1> 연구 흐름도

## II. 도형표현도의 정의 및 제작 원칙

도형표현도는 주제도 제작 시 가장 유용하게 사용되는 표현 기법으로 GIS 소프트웨어를 이용하여 간편하게 제작할 수 있다. 본 장에서는 소프트웨어를 이용한 도형표현도 제작의 한계점을 살펴보기에 앞서 도형표현도에 관한 개념적 정의와 특징, 도형표현도로 나타내기에 적합한 데이터 유형, 도형표현도 제작 시 고려해야 할 요소들에 대하여 논의하고자 한다.

### 1. 도형표현도(proportional symbol map)

#### 1) 도형표현도의 개념

도형표현도란 주어진 특정지점 또는 행정구역 전체에 걸쳐 나타나는 현상의 양적 크기를 원, 네모, 세모 또는 기하학적 도형의 크기를 달리하여 표현하는 기법으로 도형의 크기는 자료에 비례하게 나타낸다<sup>25)</sup>. 즉, 자료 값이 증가함에 따라 기호의 크기도 비례하여 증가하며 이러한 도형의 상대적인 크기를 통해 특정 지점에서 나타나는 현상의 분포를 파악할 수 있다.

도형표현도 제작의 역사는 1801년 플레이페어(William Playfair)가 국가, 도시 등 지리적 지역 단위에서 수집된 통계 자료를 표현하기 위해 점진적 원 기호를 사용한 것에서 시작되었다. 이 때 플레이페어에 의해 제작된 지도는 원의 크기를 척도화하기 위하여 면적 또는 인구 자료를 이용하였으나, 지도상에 표현한 것이 아니라 도표 내에 일직선으로 배열한 것에 불과하였다. 그러나 도형표현도에서 원이 가장 보편적으로 사용되는 기호라는 점과 원의 면적을 이용한 척도화 방법이 오늘날까지 사용된다는 점에서 도형표현도의 시초라고 할 수 있다.

도형표현도는 1837년에 들어서야 비로소 지도에 적용되기 시작하였는데 하네스(Harness)는 도시의 인구를 지도로 표현하는데 비례적인 원 기호를 사용

25) 이희연, 1995, 지도학 - 주제도 제작의 원리와 기법, 서울: 법문사, p.377.

하였으며, 1851년 피터만(Peterman)은 영국 제도의 도시 인구를 지도화하는데 이를 적용하였다. 또한 1859년 프랑스에서 미나드(Minard)에 의해 항구의 선박 수용량을 나타내는데 이러한 제작 기법이 사용되었으며, 주제도 가운데 도형표현도의 제작은 20세기 들어 점차 증가하였다<sup>26)</sup>.

일반적으로 일변량 자료를 나타내는 경우 원, 네모, 세모 등의 기하학적 기호를 이용하여 표현하며, 다변량 자료의 경우 원형 그래프, 막대 그래프를 이용하여 나타낼 수 있다. 이와 같이 다변량 자료를 나타내는 도형표현도를 다이어그램 지도(diagram map)라고 일컬으며, 유럽에서는 카토다이어그램(cartodiagram)이라는 용어로 사용되기도 한다. 다양한 기하학적 도형들이 다이어그램 지도의 심볼로 사용되는데, Kraak와 Ormeling은 이와 같은 방법을 ‘절대적 비례 방법(absolute proportional method)’이라고 정의하였다. 단일 심볼(simple symbol)을 이용한 도형표현도나 두 가지 이상의 자료를 비교하기 위해 반원형의 혼합 심볼(compound symbol)로 나타내는 도형표현도 모두 절대적 비례 방법에 해당하는 제작 기법이라고 할 수 있다<sup>27)</sup>.

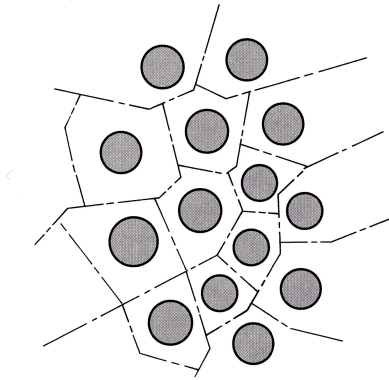
## 2) 도형표현도 제작에 적합한 자료 유형

등간척도 자료, 밀도 자료 그리고 속성 자료 값의 범위가 넓지 않고 다양하지 않은 자료의 경우 도형표현도를 제작하기에 적합하지 않다. 면적에 의해 정규화 된 밀도 자료는 단계구분도로 표현하는 것이 일반적이며, 전체 속성 자료의 범위가 넓지 않아 지역 간의 차이가 크게 나지 않는 자료일 경우 심볼의 크기 역시 작게 표현된다. 이러한 자료를 도형표현도로 나타내는 것은 지도학적 원칙에 어긋나지는 않지만 상대적인 크기 및 분포를 식별하기 어렵고, 자료의 편차가 잘 드러나지 않는 단조로운 지도가 생성되기 때문에 도형표현도 제작에 적합한 자료 유형이라고 할 수 없다<sup>28)</sup>(그림 2).

26) Dent, B. D., Torguson, J. S., and Hodler, T. W., 2009, *Cartography : thematic map design*, 6th ed, New York : McGraw-Hill Higher Education, p.133.

27) Dobesova, Z. and Valent, T., *op.cit.*, p.22에서 재인용.

28) Dent, B. D., *op.cit.*, p.132.



<그림 2> 도형표현도의 부적절한 사용  
(출처 : Dent 등, 2009)

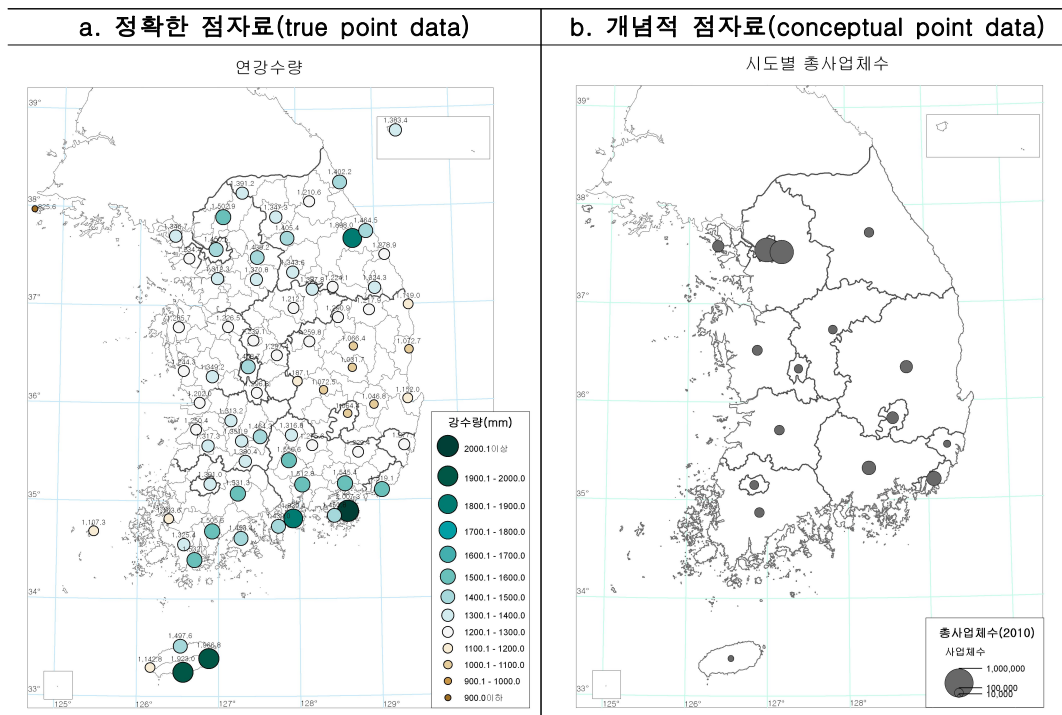
또한 등간척도는 없음을 의미하는 절대 영점을 갖지 않는 척도로 수치의 비율 관계가 성립하지 않으므로 도형표현도로 나타내기에 적합하다고 할 수 없다. 예를 들어 A, B 두 도시의 기온이 10°C와 5°C라고 할 때 두 도시 간의 기온 차이는 5°C임을 알 수 있으나 구간 간의 비율은 파악할 수 없다. 즉 A, B 도시의 기온을 섭씨로 계산할 때는 2 : 1의 비율 관계를 가지지만, 기온을 화씨로 환산하면 50°F와 41°F로 2 : 1 관계가 성립하지 않는다. 또한 자료를 1~100과 101~200으로 급간을 나눈 경우 101~200의 값이 1~100의 값보다 두 배가 된다고 단정할 수 없다. 1~100에 속한 실제 자료 값 99와 101~200에 속한 값 105가 배가 차이가 난다고 할 수 없기 때문이다<sup>29)</sup>.

도형표현도로 나타낼 수 있는 점 데이터는 크게 정확한 점 자료(true point data)와 개념적 점 자료(conceptual point data)로 구분할 수 있다. 먼저 정확한 점 자료는 특정 지점 혹은 실제 현상이 나타난 지점에서 측정된 자료의 크기를 나타내는 경우에 사용할 수 있다. 이 때 사용되는 점 기호는 관측 지점의 위치를 나타낼 뿐만 아니라, 관측 값에 따라 원 기호의 크기를 달리함으로써 특정 지점에서 표현되는 자료의 상대적인 크기를 나타내고자 할 때

29) 한군형, 1996, 지도학 원론, 서울: 민음사, p.173.

적합하다. 예를 들어 원유를 산출하는 유정의 위치 및 해당 유정에서의 생산량 등의 자료를 지도화 할 때 사용될 수 있다.

개념적 점 자료는 면적 단위에서 수집된 통계 자료를 표현하기 위한 것을 말한다. 이 때 사용되는 점 기호의 위치는 실제 자료가 관측된 위치를 나타내는 것이 아니라 총계 자료의 크기 및 자료 간의 관계를 보여주기 위한 심볼화(symbolization)의 목적으로 포인트로 간주되어 표현된다<sup>30)</sup>. 이러한 유형의 자료는 통계 집계구역에서 수집된 인구, 총 사업체, 시도·산업별 종사자 수 및 생산액, 시도별 수입·수출액, 농산물생산량, 시도별 사육가구 수 및 마리 수 등의 자료를 표현하는데 사용할 수 있다. 정확한 점 자료와 개념적 점 자료의 사례는 다음과 같이 나타낼 수 있다(그림 3).



〈그림 3〉 도형표현도로 나타낼 수 있는 점 자료 유형

자료 : 한국기후표, 2011 / 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)

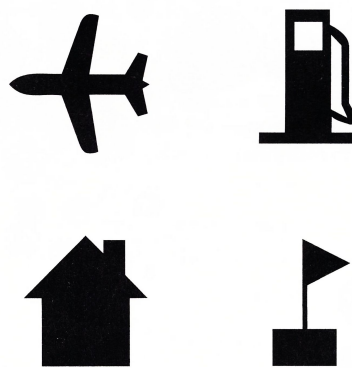
30) Slocum, T. A., 1999, *Thematic cartography and visualization*, Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall, p.119.

## 2. 도형 표현도 제작 시 고려해야 할 사항

### 1) 기호(symbol)의 선정

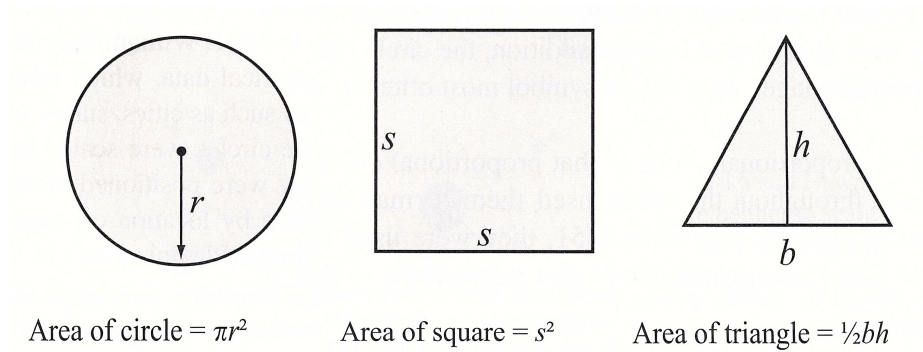
최근 GIS 소프트웨어 및 편집 소프트웨어에서 이용 가능한 심볼 유형이 점차 증가함에 따라 지도 제작자가 선택할 수 있는 심볼의 폭도 넓어졌다. 도형표현도에서 기호는 주어진 현상을 나타내기 위해 사용되며, 지도 제작시 도형의 크기 선정 방법과 함께 중요하게 고려해야 할 요소이다.

도형표현도에 사용되는 기호는 크게 2차원 기하학적 기호(2D geometric symbol), 3차원 기하학적 기호(3D geometric symbol) 그리고 그림기호(pictorial symbol)로 구분할 수 있다. 그림 기호는 지도화 하고자 하는 현상을 잘 반영하여 표현하기 때문에 지도 이용자는 지도를 통해 전달하고자 하는 주제와 의미를 쉽게 파악할 수 있고, 단번에 눈길을 끌 수 있는 장점이 있다(그림 4). 그러나 심볼의 모양이 불규칙적으로 복잡해지질 경우 기하학적 기호에 비하여 상대적인 크기를 추정하기 어렵고, 기호가 나타내는 자료의 양을 비교하기 어렵다. 또한 기호가 중복되어 표현될 경우 지도를 해석하기 어렵다는 문제가 있다.



<그림 4> 그림기호 예시

(출처 : Dent 등, 2009)



<그림 5> 2차원 기하학적 기호의 세 가지 유형

(출처 : Dent 등, 2009)

반면 2차원의 기하학적 기호는 지도로 표현하고자 하는 현상을 직접적으로 반영하여 나타내는 그림기호와 달리 원, 네모, 세모 등을 사용하여 자료를 표현한다(그림 5). 기하학적 기호를 이용한 도형표현도 가운데 원이 가장 보편적으로 사용되는데, 그 이유는 다음과 같다.

첫째, 사용자들이 다른 기하학적 기호보다 원 기호를 더욱 선호하며, 원은 다른 도형에 비해 시각적으로 안정감을 준다. 둘째, 지도의 한정된 레이아웃에서 자료를 나타내기 위해서는 막대형(bar)의 기호로 표현하는 것보다 원 기호로 나타내는 것이 공간을 절약할 수 있다. 셋째, 도형표현도로 정량적인 자료를 표현할 때는 도형의 크기를 선정하는 것이 중요한데, 원으로 표현할 경우 자료에 제공근을 씌운 값을 원의 반지름으로 하여 크기를 결정하면 되므로 다른 도형에 비해 척도화가 쉽다는 이점이 있다<sup>31)</sup>.

다음으로 3차원 기하학적 기호는 자료의 크기를 부피·체적에 비례하도록 나타내는 것을 말한다(그림 6). 체적 심볼(volumetric symbol)이라고도 하며, 심볼의 크기를 결정할 때 자료의 제공근 값을 원의 반경으로 사용하는 2차원 기호와는 달리 세제공근 값을 이용하여 크기를 선정한다<sup>32)</sup>. 따라서 자료 값

31) Slocum, T. A., *op. cit.*, p.121.

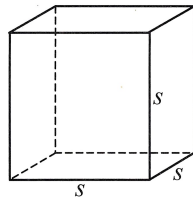
32) Dent, B. D., *op.cit.*, pp.134-135.

이 크더라도 지도화 된 심볼의 크기는 2차원에 비해 작게 표현할 수 있기 때문에 자료의 최솟값과 최댓값의 편차가 큰 넓은 범주의 자료를 나타내고자 할 때 유용하다. 그러나 많은 지도 이용자들은 3차원 기호의 상대적인 크기를 정확하게 인지하고 판단하지 못한다는 한계가 있다<sup>33)</sup>.

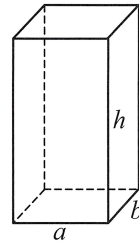
길이, 면적 또는 부피에 따라 척도화 하는 2차원·3차원 심볼 이외에 누적 심볼(accumulated symbol)을 사용하기도 한다. 누적 심볼은 수학적으로 척도화 된 심볼 대신 석유의 배럴(barrel) 형태의 기호, 쌓아진 사각형 블록(blockpile) 또는 네모 모양의 판(tablet)과 같은 3차원 기호를 사용하여 특정 지점에서의 이산적인 현상에 대한 총량을 나타내는데 사용될 수 있다(그림 7). 이러한 심볼을 사용할 때 단위 자료를 주의 깊게 선택하면 자료의 정확한 추정이 가능하기 때문에 지도 이용자가 누적 심볼을 통해 자료 값을 유추할 수 있다. 즉, 3차원 기하학적 기호에 비해 자료의 절대량을 보다 정확하게 나타낼 수 있으며 두 가지 또는 그 이상의 누적 심볼을 이용해 자료의 상대적인 크기를 효과적으로 파악할 수 있다<sup>34)</sup>.



Volume of sphere =  $4/3\pi r^3$



Volume of square =  $s^3$



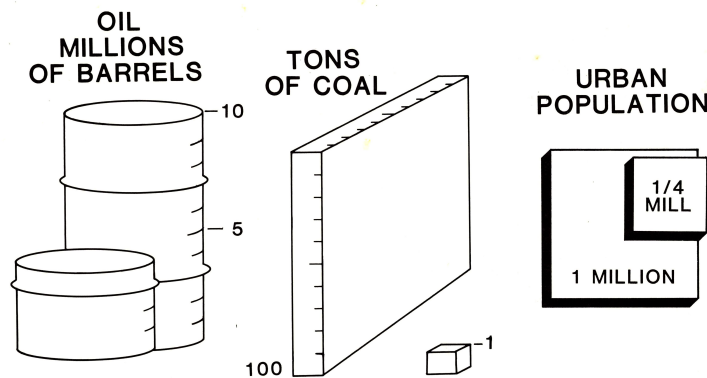
Volume of prism =  $abh$

<그림 6> 3차원 기하학적 기호의 세 가지 유형

(출처 : Dent 등, 2009)

33) *ibid.*, p.137.

34) Cuff, D. J. and Mattson, M. T., 1982, *Thematic maps : their design and production*, New York : Methuen. pp.28-29.



<그림 7> 누적 심볼 예시  
(출처 : Cuff, 1982)

## 2) 도형 크기의 척도화 방법

도형표현도 제작에 있어서 도형 크기를 선정하는 방법은 지속적으로 논의되어 왔으며 크게 수학적 척도법(mathematical scaling), 인지적 척도법(perceptual scaling), 범위 등급법(range-graded scaling)으로 구분된다. 수학적 척도법은 자료의 크기에 따라 점 기호의 면적 또는 부피가 비례하도록 하는 것을 말한다. 예를 들어, 자료가 20배이면 점 기호의 면적과 부피의 크기 역시 20배가 되도록 나타내야 하며, 이러한 관계는 아래의 수식으로 설명할 수 있다.

$$\frac{\pi r_i^2}{\pi r_L^2} = \frac{v_i}{v_L} \Rightarrow \frac{r_i^2}{r_L^2} = \frac{v_i}{v_L} \Rightarrow \frac{r_i}{r_L} = \left( \frac{v_i}{v_L} \right)^{0.5} \dots\dots\dots (1)$$

여기서  $r_i$ 는 지도상에 표현될 원의 반경을,  $r_L$ 은 지도에서 가장 큰 원의 반경(기준이 되는 원의 반경)을 의미한다. 또한  $v_i$ 는 원으로 나타낼 자료의 값,  $v_L$ 은 자료의 최댓값을 의미한다. 위 식에서 양변에 제곱근을 취하고  $r_i$ 에 대하여 계산하면 최종적으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$r_i = \left( \frac{v_i}{v_L} \right)^{0.5} \times r_L \quad \dots\dots\dots (2)$$

이 방법은 원의 면적을 자료 값에 비례하도록 정하는 것이며, 심볼이 중복되는 효과를 최소화하기 위해 가장 큰 원의 반경을 결정한다. 원 기호 이외에 다른 기하학적 기호의 크기를 결정하기 위한 방법 역시 위와 유사한 방식으로 계산되며, 각각에 대해 살펴보면 다음과 같이 정의된다.

사각형의 경우 도형의 크기를 결정하는 방식은 아래와 같다. 여기서  $s_i$ 는 지도상에 표현하고자 하는 사각형의 한 변의 길이,  $s_L$ 은 가장 큰 사각형의 한 변의 길이를 나타낸다.

$$s_i = \left( \frac{v_i}{v_L} \right)^{0.5} \times s_L \quad \dots\dots\dots (3)$$

다음으로 막대형의 도형표현도로 나타내고자 할 때 이를 척도화 하는 방식은 아래와 같이 설명될 수 있다. 여기서  $h_i$ 는 나타내고자 하는 막대 기호의 높이,  $h_L$ 은 가장 긴 막대 기호의 높이를 의미한다.

$$h_i = \frac{v_i}{v_L} \times h_L \quad \dots\dots\dots (4)$$

다음은 3차원 기호인 구와 육면체의 크기를 결정하는 방법을 나타낸다. 먼저 구(sphere)의 크기를 결정하는 방식은 다음과 같다.

$$r_i = \left( \frac{v_i}{v_L} \right)^{\frac{1}{3}} \times r_L \quad \dots\dots\dots (5)$$

육면체를 척도화 하는 방식은 아래와 같이 계산된다. 여기서  $r_i$ 와  $s_i$ 는 각각 지도상에 나타내고자 구의 반지름과 육면체의 한 변의 길이를 의미하며,  $r_L$ 과  $s_L$ 은 각각 가장 큰 구의 반지름과 가장 큰 육면체의 한 변의 길이를 나타낸다.

$$s_i = \left( \frac{v_i}{v_L} \right)^{\frac{1}{3}} \times s_L \quad \dots\dots\dots (6)$$

위와 같은 수학적 방법은 2차원 또는 3차원 기호의 크기를 결정하기 위하여 자료에 제공근 또는 세제공근을 취하여 계산하기 때문에 제공근 방법 또는 세제공근 방법이라고도 한다<sup>35)</sup>.

최근의 GIS 소프트웨어에는 이러한 식이 내재되어 있어 직접 계산할 필요 없이 자동으로 심볼의 크기가 계산되는데, 상용 소프트웨어 ArcGIS에서 도형표현도의 심볼 크기를 지정하는 방식은 다음과 같다<sup>36)</sup>. 여기서  $P_j$ 는  $j$ 번째 피처(feature)의 포인트 크기,  $Val_j$ 는  $j$ 번째 피처의 속성 자료 값,  $ValMin$ 은 속성 자료의 최솟값,  $Pmin$ 은 최소 기호의 크기를 나타낸다.

$$P_j = \left( \frac{Val_j}{ValMin} \right)^{0.5} * Pmin \quad \dots\dots\dots (7)$$

다음으로 인지적 척도법 또는 심리학적 척도법에 대해 살펴보고자 한다. 도형표현도에서 원은 여러 기하학적 기호 가운데 가장 많이 사용되기 때문에 원의 크기를 척도화 하는 방법은 지도학자 뿐만 아니라 심리학자들로부터 많은 관심을 받아왔다. 기존의 연구 결과에서는 도형표현도 제작 시 비례적 척

---

35) Slocum, T. A., *op. cit.*, pp.121-123.  
 36) ESRI Forums, <http://forums.esri.com/Thread.asp?c=93&f=1730&t=213906>

도법에 따라 원의 크기를 선정하더라도 지도 이용자들이 지도에 사용된 기호의 크기를 실제 크기대로 인지하지 못하며, 기호의 크기가 커질수록 과소 추정하는 경향이 있음을 설명하였다. 예를 들어 수학적 척도법에 따라 자료 값 200을 나타내는 원의 크기를 결정하고자 할 때, 10을 나타내는 원보다 20배 더 크게 표현하더라도 사람들은 실제 크기보다 더욱 작게 원의 크기를 추정하는 경향이 있다(그림 8a). 이처럼 원의 크기가 커질수록 과소추정 되는 경향을 보완하기 위하여 수정된 방식이 인지적·심리학적 척도법이다. 이러한 척도법에 의해 원의 크기를 지정할 경우 외관상의 크기로 척도화 되어 수학적 척도법으로 표현한 원보다 크게 나타나기 때문에 과소 추정되는 점을 보완할 수 있다(그림 8b).

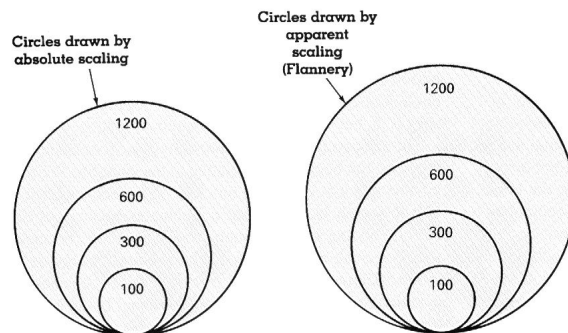
**a. 수학적 척도법과 인지적 척도법의 개념**

(출처 : Slocum, 1999)

Data	10	200
Mathematical Scaling		
Perceptual Scaling		

**b. 수학적 척도법과 인지적 척도법의 비교**

(출처 : Dent 등, 2009)



<그림 8> 수학적 척도법과 인지적 척도법

인지적 척도법에 따라 원의 크기를 지정하는 방법은 다음과 같이 정의된다<sup>37)</sup>. 여기서  $r_i$ 는 지도상에 표현될 원의 반경을,  $r_L$ 은 지도에서 가장 큰 원의 반경(기준이 되는 원의 반경)을 의미한다. 또한  $v_i$ 는 원으로 나타낼 자료 값,  $v_L$ 은 자료의 최댓값을 의미한다.

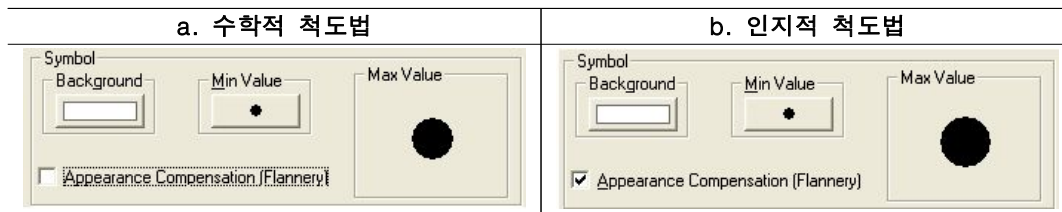
$$r_i = \left( \frac{v_i}{v_L} \right)^{0.57} \times r_L \quad \dots\dots\dots (8)$$

그러나 수학적 척도법에 따라 결정된 원의 크기를 잘 인지하던 지도 이용자들은 인지적 척도법으로 원의 크기를 조정할 경우 오히려 제대로 인지하기 어려울 수 있다는 문제가 있다. 따라서 인지적 척도법을 사용하여 도형 크기를 결정할 경우 이러한 점을 고려해야 할 필요가 있다. ArcGIS에서 인지적 척도법을 적용하여 도형 크기를 나타내고자 하는 경우 Flannery Appearance Compensation 기능을 설정함으로써 간편하게 기호의 크기를 조정할 수 있다 (그림 9).

마지막으로 범위 등급법은 단계구분도를 제작할 때와 유사하게 원 자료를 계급으로 분류하고, 각 계급에 따라 각각 다른 크기의 기호를 적용하는 방법이다. 예를 들어 자료를 5개의 계급으로 분류하였다면 5개의 심볼을 사용하여 자료를 나타낸다. 이러한 방법으로 척도화하기 위해서는 계급의 수, 계급의 분류 방법, 각 계급에 사용되는 기호의 크기를 결정해야 한다. 범위 등급법에 따른 기호의 크기는 계급 간의 시각적인 차이를 보여주기 위해 사용되는데, 지도 이용자가 심볼의 크기를 쉽게 구별할 수 있고 지도에 표현된 기호와 범례를 쉽게 일치시킬 수 있다는 장점이 있다. ArcGIS에서 제공되는 점진적 기호(graded symbol)를 통해 이러한 척도법을 적용한 도형표현도 제작이 가능하다.

---

37) Slocum, T. A., *op. cit.*, p.124.



<그림 9> GIS 소프트웨어의 도형 크기 설정

### 3) 범례의 표현 방법

지도 이용자가 지도에 표현된 기호의 크기를 통해 자료의 절댓값을 정확하게 인지하기 위해서는 범례를 적절하게 표현하는 것이 중요하다. 또한 어떤 척도법에 의해 도형의 크기가 정하여졌든 반드시 범례가 제시되어야 하며, 자료 값의 범위를 효과적으로 나타내야 한다.

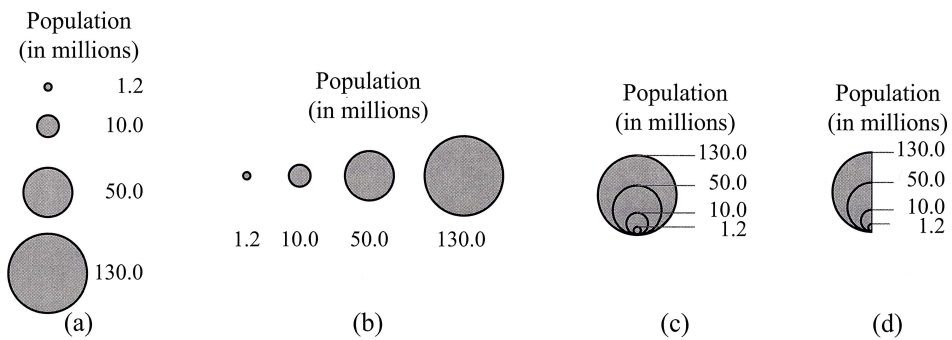
범례의 표현방식은 나열(linear-legend arrangement)과 포섭(nested-legend arrange)으로 나누어 살펴볼 수 있는데, 자료의 최댓값과 최솟값을 상·하로 배열하는 경우와 좌·우로 배열하는 경우에 따라 수직·수평 방식으로 구분된다(그림 10a, 그림 10b). MacEachren은 사람들이 기호의 배열이 위로 갈수록 자료 값이 높아진다고 인지하므로 자료 값이 클수록 위쪽에, 자료 값이 작을수록 아래쪽에 배열하는 것이 적합하다고 하였다<sup>38)</sup>. 수직의 표현 방식은 GIS 소프트웨어에서 기본 설정으로 지정되며 지도 레이아웃에 따라 균형 있는 배열을 선택해야 한다. 또한 범례의 자료 값은 수직 방향으로 배열할 경우 오른쪽에, 수평 방향으로 배열할 경우 기호의 아래쪽에 표기하는 것이 일반적이다.

다음으로 포섭 방식은 원 안에 완전히 포함되도록 나타내는 유형과 반원형으로 포함되도록 나타내는 유형 두 가지로 구분된다(그림 10c, 그림 10d). 이러한 방식은 수직·수평 방향으로 길게 나열하는 방식에 비해 공간을 덜 필요로 한다는 장점이 있으며, GIS 소프트웨어에서 포섭형 범례를 생성하기 위

38) *ibid.*, p.130.

해서는 범례 스타일을 지정할 때 nested 유형을 설정하여 표현할 수 있다.

또한 두 가지 이상의 변량을 표현하는 도형표현도의 경우에는 추가적인 범례 정보를 삽입할 필요가 있다. 예를 들어 원 그래프(pie chart)를 포함하는 도형표현도는 각각의 변수가 무엇인지를 나타내도록 범례를 구성해야 하며, 색상이나 명도 변화에 의해 변수를 구분하여 표현할 수 있다<sup>39)</sup>.



<그림 10> 도형표현도의 다양한 범례 표현 방법  
(출처 : Dent 등, 2009)

39) Dent, B. D., *op.cit.*, p.145.

### III. 국가지도집(national atlas) 사례 분석

본 장에서는 GIS 소프트웨어를 이용한 도형표현도 제작의 한계점을 파악하기 위해 국가지도집(national atlas)을 대상으로 도형표현도의 표현 경향 및 유형을 분석하고자 한다. 국가지도집이란 한 국가에 대한 지리정보를 공식적으로 대표하는 자료로서 영토 및 자연환경, 경제, 인구, 문화, 역사에 대한 각종 지리학적 현상들이 수록되어 있다. 아틀라스에는 국가지도집 뿐만 아니라 민간 차원에서 출판 목적으로 제작되는 아틀라스가 있는데, 국가지도집의 경우 해당 국가를 대표하는 지리학회 혹은 지도학회 등 관련 학회와 정부 기관으로부터 공식적으로 인정을 받는 지도첩이다<sup>40)</sup>. 따라서 민간 아틀라스와는 달리 객관성이 확보될 뿐만 아니라 최근에는 전자지도(digital map)의 형태로 CD 또는 온라인 웹 지도로 제공되고 있어 분석에 용이할 것으로 판단되었다. 분석에는 한국, 일본, 독일, 멕시코의 온라인 국가지도집을 대상으로 하였으며(표 1), 일반적인 도형표현도 이외에 차별화 된 특징을 보이면서 사용빈도가 높은 도형표현도를 중심으로 살펴보았다.

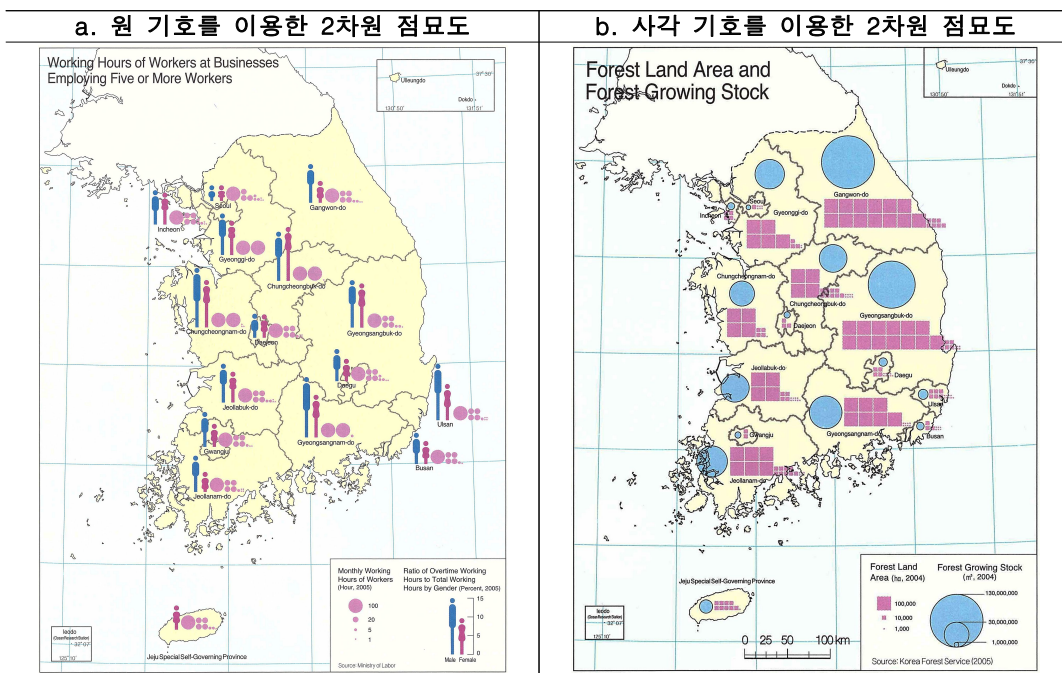
<표 1> 도형표현도 분석에 이용한 국가지도집

국가	표제	저작자	발행년도
한국	The national atlas of Korea	건설교통부 국토지리정보원	2007
일본	The national atlas of Japan	일본국토지리원 (Geographical Survey Institute)	1990
독일	Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland-Gesellschaft und Staat	라이프치히 지리연구소 (Institut für Länderkunde, Leipzig)	2000
멕시코	Atlas Nacional de México	멕시코 국립자치대학교 지리연구소 (UNAM : La Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Geografía)	2007

40) 오충원, 2007, “지도집의 구성 요소에 관한 연구,” 남서울대학교 논문집, 13(4), p.293.

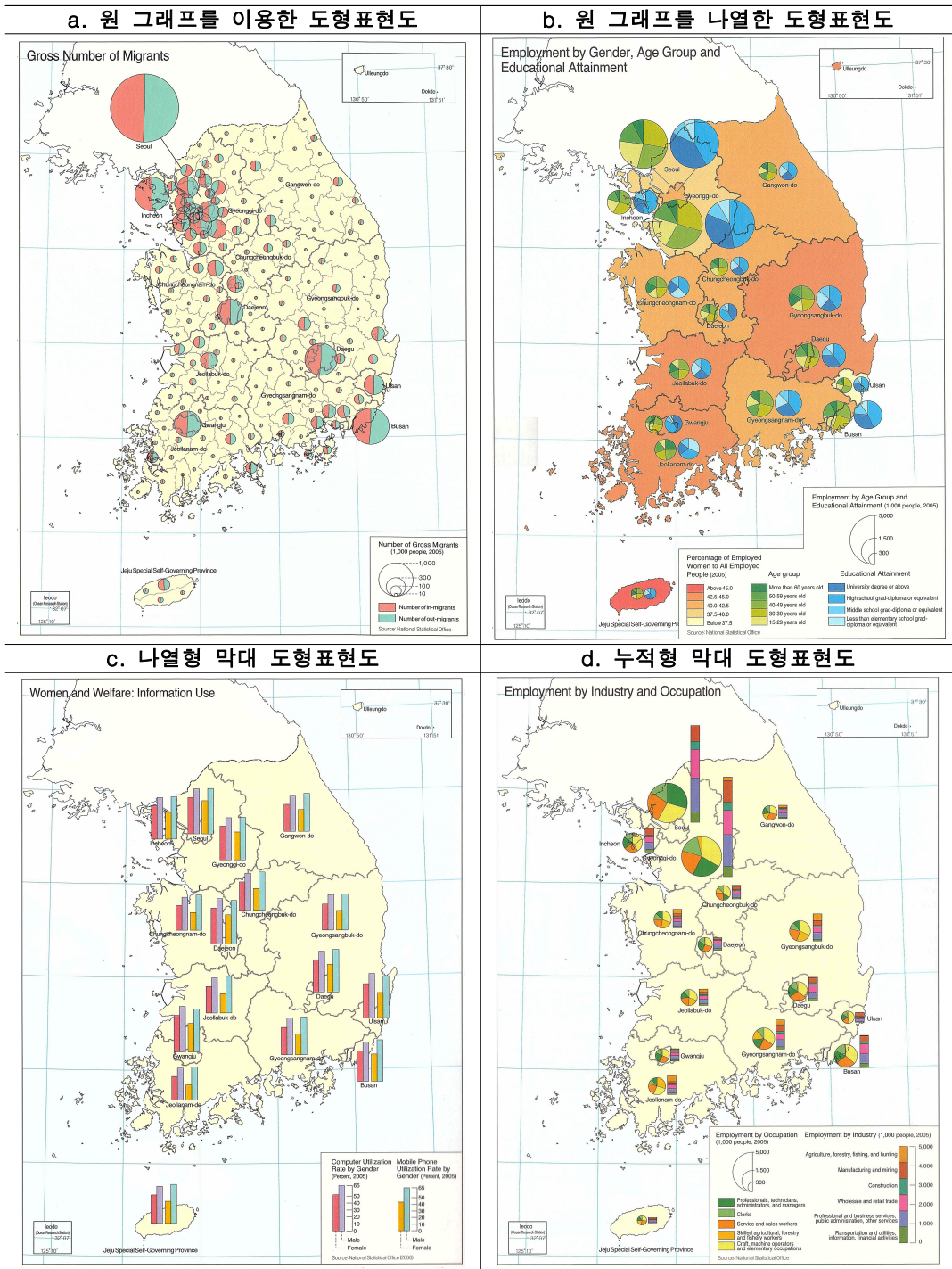
# 1. 대한민국 국가지도집

2007년에 발간된 「대한민국 국가지도집」은 자연현상, 경제, 인구와 도시, 사회문화 및 정치 등에 관한 주제도를 포함하고 있으며 이에 수록된 도형표현도의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 일변량을 나타내는 자료에는 비례적 도형표현도와 함께 원 또는 사각 기호를 이용한 2차원 점묘도가 사용되었으며 재배 면적, 과수 면적, 임야 면적, 사육 농가, 근로자의 근로시간 등의 자료 표현에 유용하게 활용되고 있음을 확인하였다(그림 11). 또한 다변량 자료 표현에는 기본형 원 그래프를 이용하여 전출입 인구, 도소매 매출액, 품목별 수입·수출액, 산업 부문별 생산액 등을 나타내었으며, 나열형·누적형 막대 그래프를 이용한 도형표현도 역시 사용빈도가 높게 나타났다(그림 12).



<그림 11> 대한민국 국가지도집의 2차원 점묘도

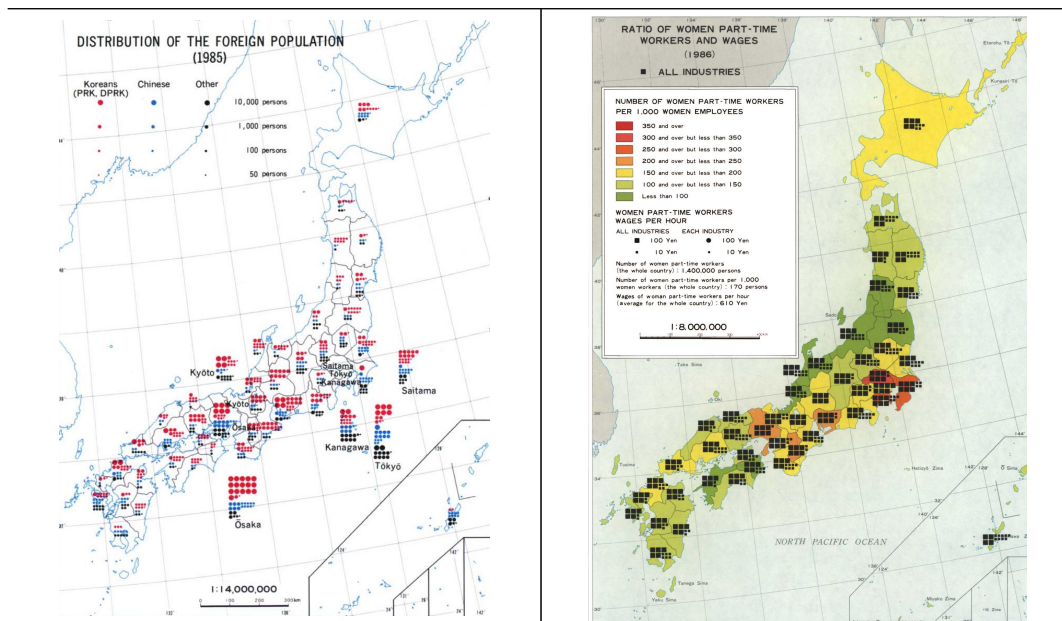
(출처 : 건설교통부·국토지리정보원, 2007)



<그림 12> 대한민국 국가지도집의 도형표현도 사례  
 (출처 : 건설교통부·국토지리정보원, 2007)

## 2. 일본 국가지도집

1990년에 간행된 아틀라스 「新版日本國勢地図(신판일본국세지도장)」의 경우, 일본 국토지리원에서 온라인<sup>41)</sup>으로 제공하고 있다. 일본의 아틀라스에서 사용되는 도형표현도의 특징은 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도의 사용 빈도가 높다는 점이다. 2차원 점묘도의 도형표현도는 기호의 크기와 모양이 단일한 형태의 단위점(unit value)을 배열하여 자료를 표현하는 것으로 지도상에 표현된 각 단위점은 실제 현상에서 나타나는 공간적 현상의 양적 크기를 나타낸다. 이러한 유형의 도형표현도는 국적별 외국인 인구, 국회의원 선거구의 고정 의석수, 전산업 및 산업별 노동조합원의 수, 산업별 임금, 여성 단시간 근로자의 비율과 임금, 공공체육시설 현황 등을 나타내는데 사용되었다(그림 13).



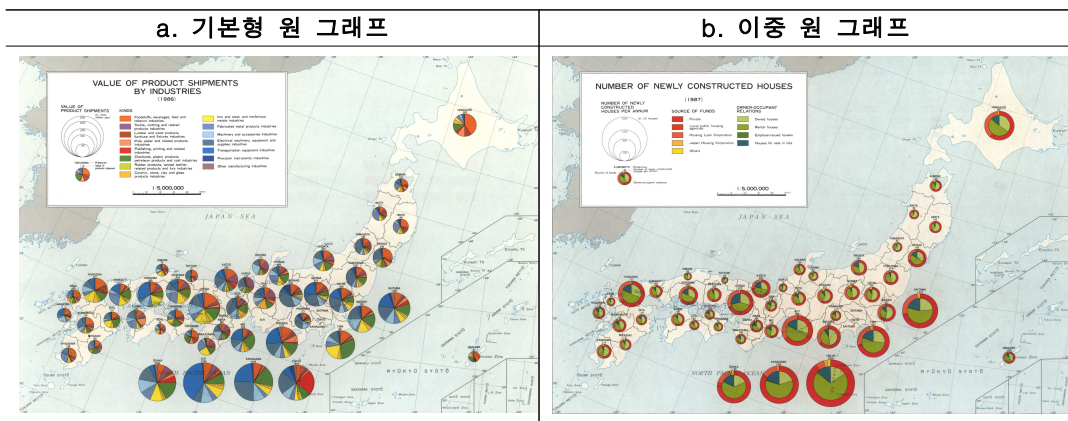
<그림 13> 일본 국가지도집의 2차원 점묘도

(출처 : 일본국토지리원, 1990)

41) <http://www.gsi.go.jp/atlas/atlas-e-etsuran.html>

원 그래프는 이변량 및 다변량 자료를 하나의 도형으로 나타내기 위해 사용되는 지도 제작 기법 중 하나로, 해당 변수의 비율에 따라 원 기호를 분할하고 여러 개의 변수를 나타내기 위해 색상을 달리하여 표현한다. 자료의 전체 합계에 따라 원 그래프의 크기가 달라지기 때문에 상대적인 비교가 가능하고 부분과 부분, 부분과 전체의 비율을 쉽게 파악할 수 있다.

일본의 국가지도집에서 수산 지역에서의 어류별 어획량, 제품별 출하액, 수목 종류별 생산량, 세입·세출액 및 국내 총생산, 행정투자액, 자본 금액별 건설 사업비, 사업 분야별 공공인프라 사업 비중 및 착공액, 산업별 재해자수 등의 주제를 표현하는데 원 그래프가 이용되었다(그림 14a). 이외에도 두 개의 원 그래프를 하나로 겹쳐 표현한 이중 원 그래프도 사용되었다. 이러한 유형은 연간 신규 주택 건설 수를 표현하기 위해 자금 출처를 나타낸 원 그래프와 소유자-점유자의 관계를 나타낸 원 그래프를 중복시켜 표현하는데 사용되었다. 이처럼 원 내부를 분할하여 두 가지 이상의 범주를 표현하는 원 그래프를 overloaded proportional symbol이라고도 하며, 하나의 심볼 안에 많은 정보를 결합하여 나타내고자 할 때 사용할 수 있다<sup>42)</sup>(그림 14b).



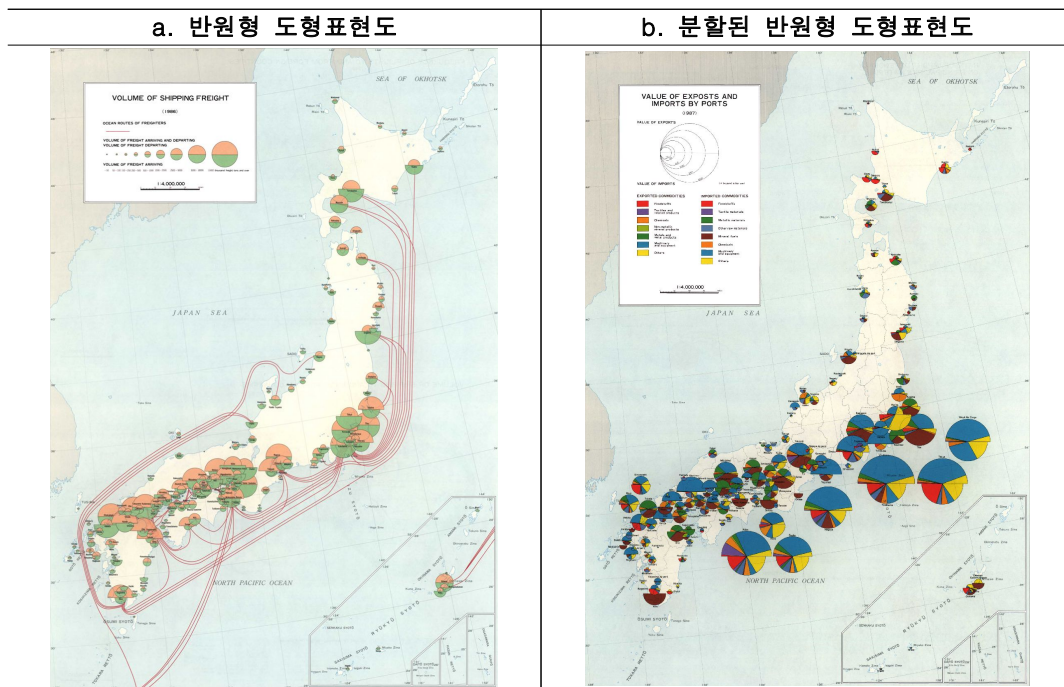
<그림 14> 일본 국가지도집의 원형 도형표현도

(출처 : 일본국토지리원, 1990)

42) Dent, B. D., *op.cit.*, pp.147-148.

다음으로 반원형 도형표현도는 두 개의 변수를 반원으로 병기하여 나타낸 반원형 도형표현도와 다중 변수를 표현한 분할된 반원형 도형표현도로 구분지어 살펴볼 수 있다. 전자의 경우는 항공기와 해운의 수출입 화물 운송량을 나타내기 위해 위쪽의 반원에는 수출량을 아래쪽 반원에는 수입량으로 표현하였다. 이를 인접 반원형 지도(adjacent semicircle)라고도 일컬으며 두 자료간의 차이를 비교하는데 유용하게 사용될 수 있다<sup>43)</sup>.

반면에 후자의 경우 각 변량을 구성하는 항목들의 비중을 나타내기 위해 각 반원을 분할하여 표현한다. 이러한 유형은 방송매체 종류별 수요·공급량, 지역별 우편물의 수신·발신량, 상품별 수출입 선적량 및 금액, 근로자의 가계 소득 및 지출액, 가계의 저축 목적에 따른 금액과 부채 사유별 금액, 사인별 사망자수 등 다양한 주제의 자료를 비교하는데 활용되었다(그림 15).



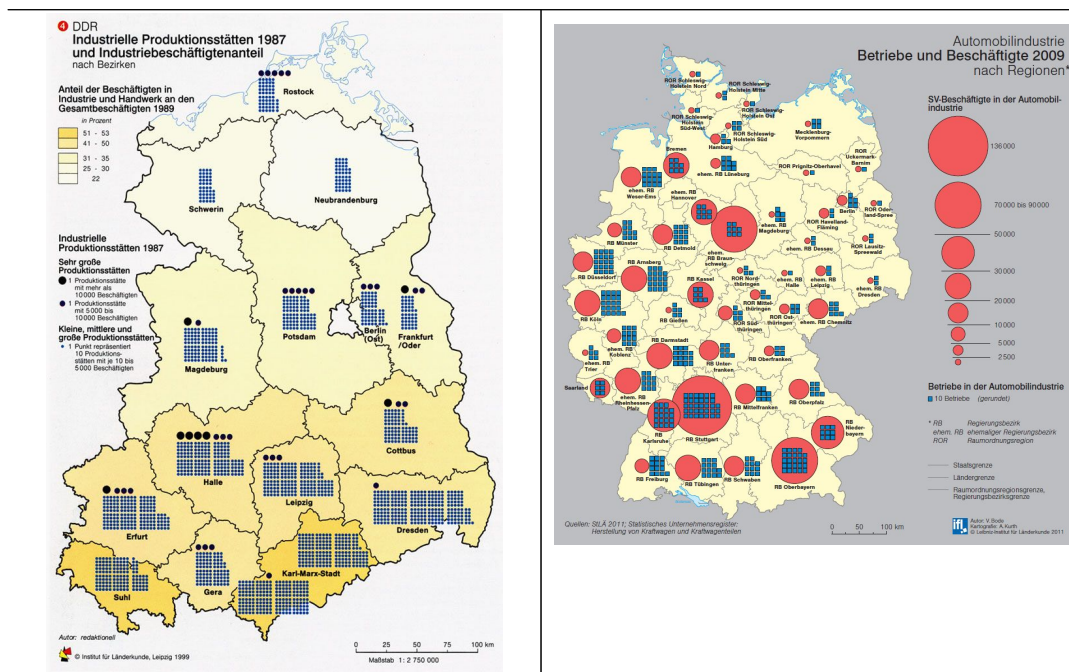
<그림 15> 일본 국가지도집의 반원형 도형표현도

(출처 : 일본국토지리원, 1990)

43) Brewer, C. A. and Campbell, A. J., *op.cit.*, p.17.

### 3. 독일 국가지도집

독일의 경우 「Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland(독일연방공화국 내셔널 아틀라스)」와 라이프치히 지리연구소에 의해 2007년 10월부터 온라인<sup>44)</sup>으로 제공되는 아틀라스를 대상으로 분석하였으며, 이에 사용된 도형표현도의 특징은 다음과 같다. 단위 기호를 반복하여 배열하는 2차원 점묘도를 독일에서는 ‘repeated symbol map’ 이라고 일컬으며, 1987년 독일의 산업생산시설과 산업지구, 자동차 산업의 분포 현황을 나타내는데 사용되었다(그림 16). 왼쪽 지도에 제시된 단위 점은 각각 10~5,000명의 고용인구 당 10개의 생산시설, 5,000~10,000명 당, 10,000명 이상의 고용 인구 당 하나의 생산시설을 의미하며, 오른쪽 지도에 제시된 단위 점은 자동차 제조업체 수를 나타낸다.

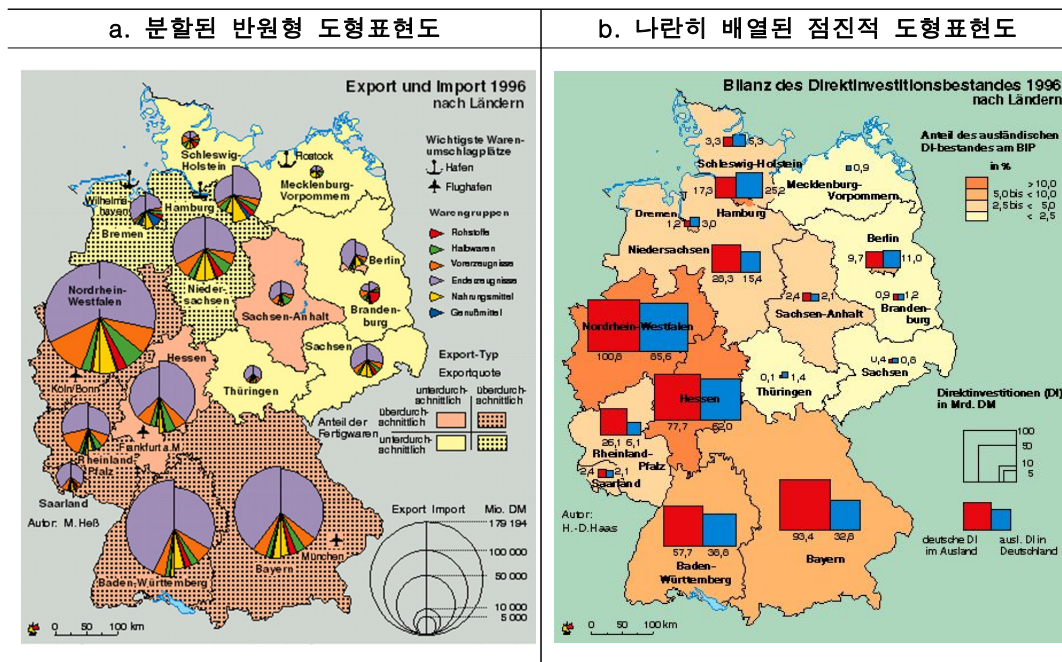


<그림 16> 독일 국가지도집의 2차원 점묘도

(출처 : 라이프치히 지리연구소, 2000)

44) <http://aktuell.nationalatlas.de/>

독일의 아틀라스에서도 품목별 수출입과 같은 다변량 자료를 표현하기 위한 방법으로 분할된 반원형 도형표현도(그림 17a)가 사용되었다. 이외에도 이 변량을 나타내기 위한 도형표현도로 나란히 배열된 점진 사각형 도형표현도(adjacent graduated square map)<sup>45)</sup>가 사용되었다는 것이 특징적이다. 이는 각각의 변량을 나타내는 사각형의 기호를 인접시켜 나란히 배열하는 것으로 두 변수를 비교하는데 용이하며, 자료의 총량에 따라 사각형의 크기를 점진적으로 비례하도록 표현하기 때문에 전체에 대한 상대적 비교도 가능하다. 이러한 유형은 독일의 해외직접투자와 독일 내 외국인 직접 투자와 같이 이 변량 자료를 비교하기 위해 사용되었다(그림 17b).



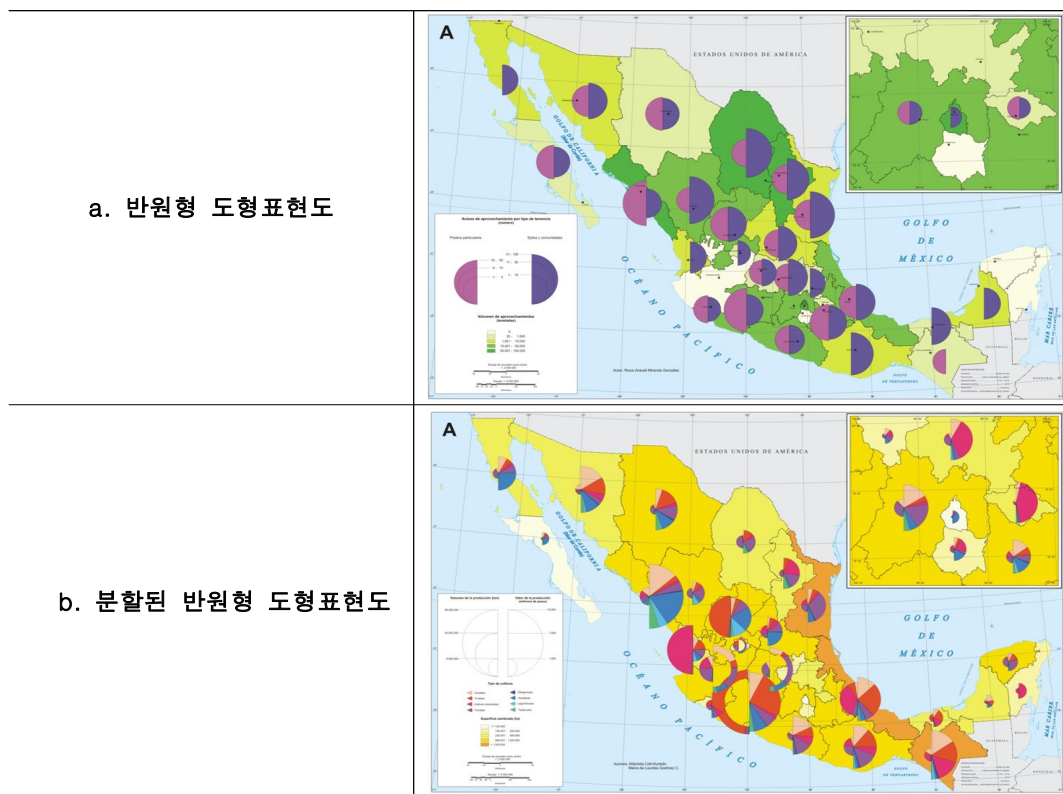
<그림 17> 독일 국가지도집의 도형표현도 사례

(출처 : 라이프치히 지리연구소, 2000)

45) Brewer, C. A. and Campbell, A. J., *op.cit.*, pp.17-18.

#### 4. 멕시코 국가지도집

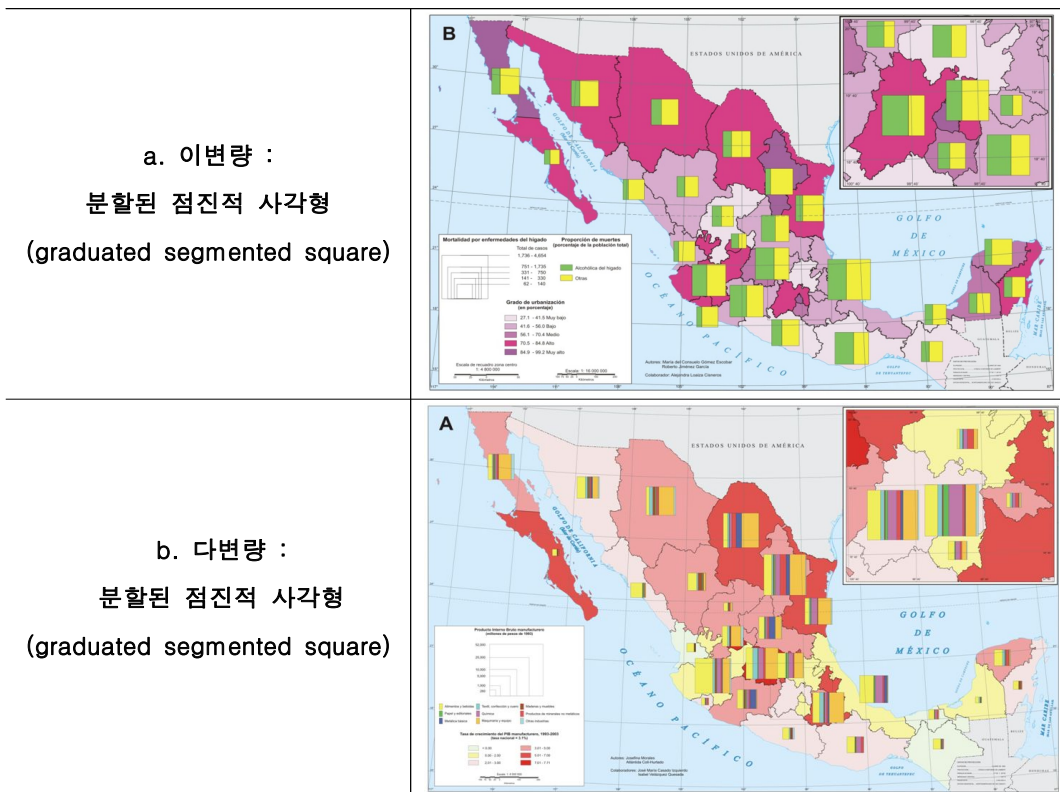
2007년에 발간된 「Nuevo Atlas Nacional de México(뉴 멕시코 국립 아틀라스)」는 역사, 사회, 경제, 자연 환경의 4개의 부문으로 구성되어 있으며 특징적인 표현 기법은 다음과 같다. 멕시코 아틀라스에서도 이변량과 다변량을 나타내는 반원형 도형표현도를 사용하는 경향이 두드러지게 나타났으며, 이는 개인과 지역 협동조합의 비 목재 임업 허가 건수, 작물의 종류별 농업생산량, 품목별 무역량, 품목별 비즈니스 생산성, 석탄과 우라늄의 매장량 등의 자료 표현에 유용하게 활용되었다(그림 18).



<그림 18> 멕시코 국가지도집의 반원형 도형표현도

(출처 : 멕시코 국립자치대학교 지리연구소, 2007)

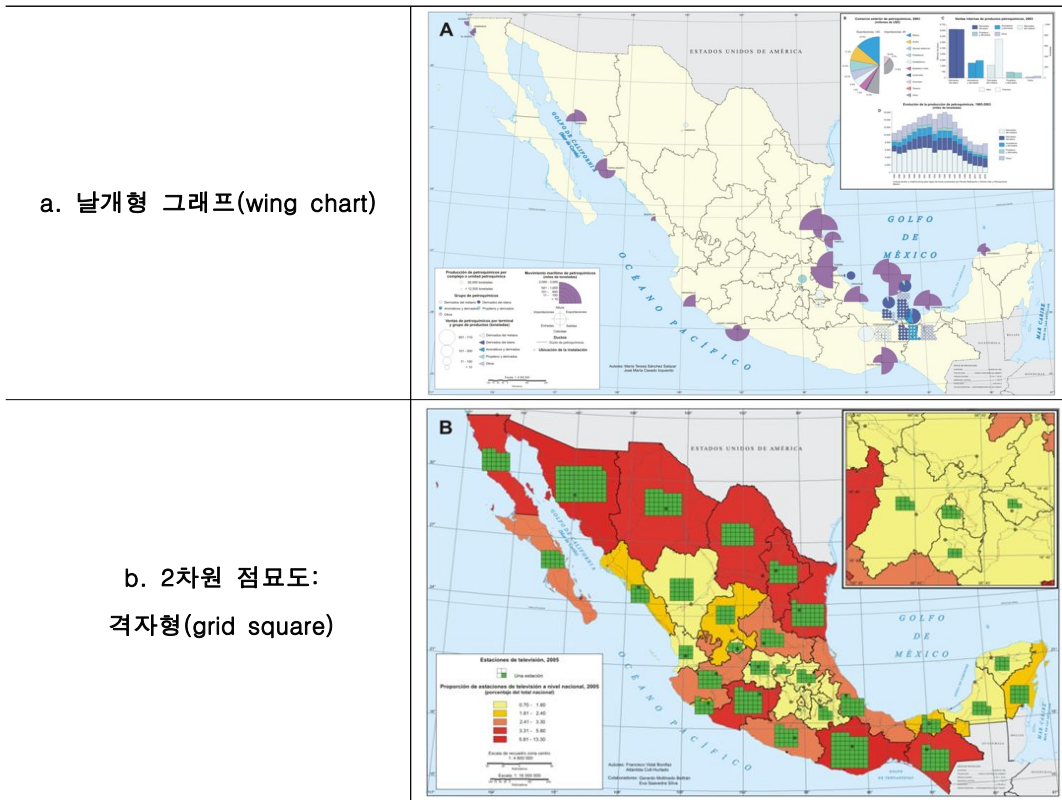
또한 이변량 자료를 나타내는데 특징적인 유형으로 분할된 점진적 사각형 (graduated segmented square) 지도가 있다<sup>46)</sup>. 이는 점진 심볼을 사용하여 상대적인 크기를 나타내면서 변수의 비율에 따라 기호의 면적이 분할되는 기법을 말하며, 독일에서는 면적 그래프(area chart)라고도 한다. 이러한 유형의 도형표현도는 넓이의 크기를 통해 변량 간에 비교가 가능하기 때문에 이변량 및 다변량 자료를 나타내는데 사용될 수 있다. 그 사례로 제조업 부문별 국내 총생산, 산업별 고용 인력의 수, 간질환 환자의 원인별 사망자 수, 지역별 의료 기자재 비율 등의 자료를 나타내는데 활용되었다(그림 19).



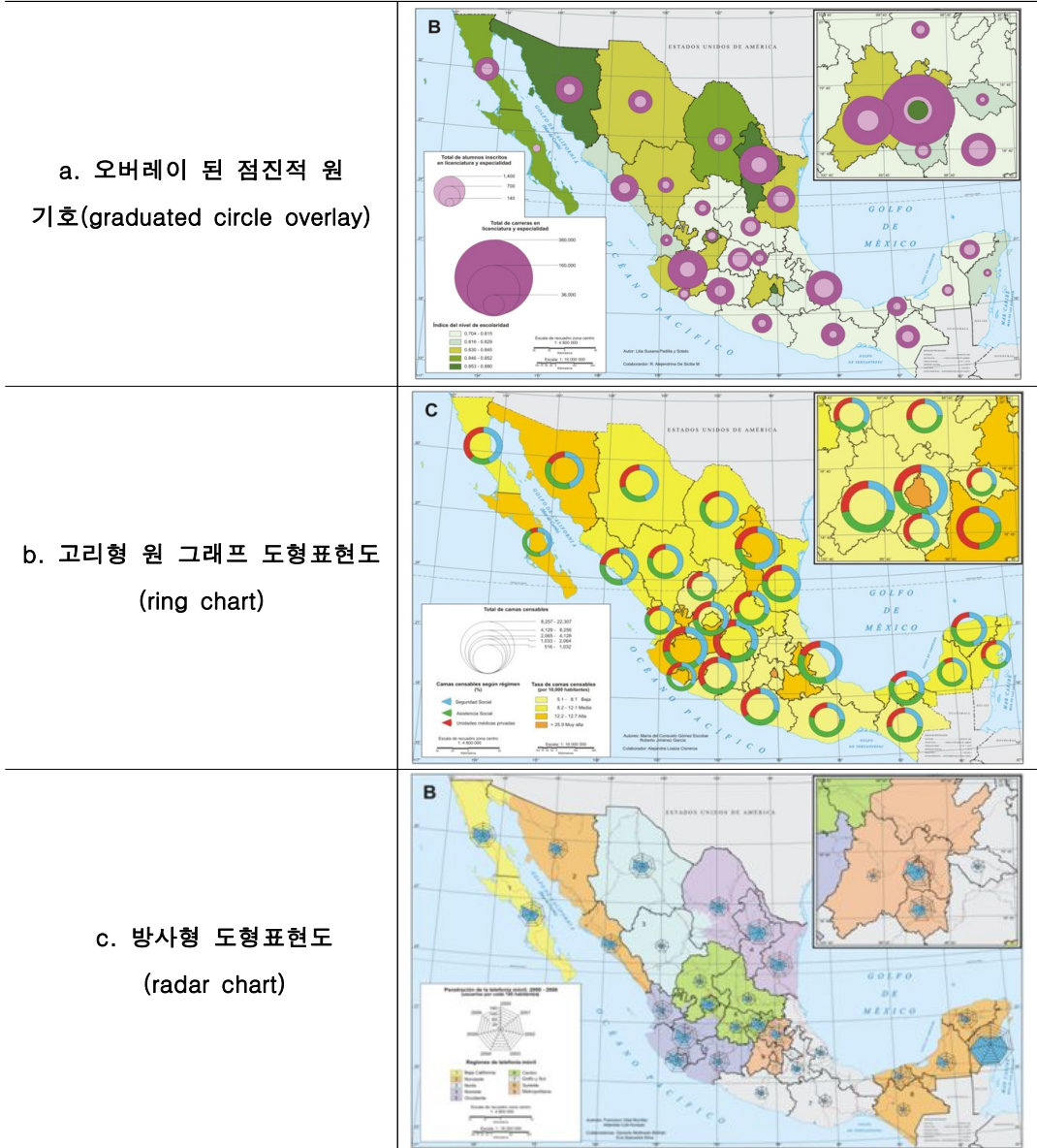
<그림 19> 멕시코 국가지도집의 분할된 점진 사각형 도형표현도  
(출처 : 멕시코 국립자치대학교 지리연구소, 2007)

46) *ibid.*, pp.19-20.

이 외에도 멕시코 국가지도집은 다양한 제작 기법을 활용하여 자료를 표현 하였으며, 그 중에서 특징적인 유형은 다음과 같이 제시할 수 있다. 첫 번째 유형으로 네 개의 방향으로 분할된 날개형 그래프(wing chart)가 사용되었다 (그림 20a). 이는 화물과 여객의 이동, 석유 화학의 생산 및 유통 등의 자료를 나타내기 위해 하나의 원 그래프를 수입·수출량과 제품의 수입·판매량으로 분할하고, 각각의 세그먼트는 화물량과 유통량의 총량에 따라 크기가 달라지도록 표현되었다. 또한 2차원 점묘도의 유형으로 일정한 사각형을 단위점으로 하여 이를 격자 무늬로 배열하여 나타낸 격자형(grid square) 지도가 사용된 것을 확인하였다(그림 20b).



<그림 20> 멕시코 국가지도집의 도형표현도 사례 (1)  
(출처 : 멕시코 국립자치대학교 지리연구소, 2007)



<그림 21> 멕시코 국가지도집의 도형표현도 사례 (2)

(출처 : 멕시코 국립자치대학교 지리연구소, 2007)

뿐만 아니라 오버레이 된 점진적 원 기호(graded circle overlay)를 이용한 도형표현도<sup>47)</sup>가 사용되었는데, 이는 두 개의 원 기호를 중첩시켜 하나의

47) *ibid.*, pp.17-18.

원처럼 표현하는 방법으로 대학 및 전문가 과정에 등록된 총 학생 수와 전공자 및 전문 인력의 비율을 나타내는데 사용되었다(그림 21a). 기본형 원 그래프 이외에 고리형 원 그래프(ring chart) 도형표현도가 유형별 장 감염증 환자의 비율, 지역별·의료기관 유형별 병상 수 등을 표현하는데 폭넓게 사용되었으며, 고리 형태로 원 그래프의 외부에만 분할되어 표현되기 때문에 어느 행정구역에 속하는 자료인지 쉽게 파악이 가능하다(그림 21b). 또한 연도별 휴대 전화의 보급률을 나타내기 위해 방사형(radar chart) 도형표현도를 이용하여 나타내는 등 다양한 도형표현도 제작 기법이 적용된 사례를 확인할 수 있다(그림 21c).

## 5. 종합

국·내외 국가지도집에 나타난 도형표현도의 표현 경향을 살펴본 결과 다음과 같이 종합할 수 있다. 첫째, 도형표현도에서 원 기호는 크기나 배열에 따라 유용하게 사용될 수 있기 때문에 사용빈도가 매우 높은 표현 방법이며, 일변량 자료를 표현하기 위한 비례적·점진적 도형표현도 이외에도 다양한 도형표현도 제작 기법이 활용되고 있다.

둘째, 2차원 도형에 단위 값을 부여한 단위점(unit value)을 단독으로 사용하거나 2~3개의 단위점을 배열하여 공간적 분포를 나타내는 2차원 점묘도가 유용하게 사용되며, 사용 빈도 역시 높은 것으로 파악되었다. 또한 이변량 및 다변량 자료를 나타내는데 기본형 원 그래프 이외에도 반원형 도형표현도, 분할된 반원형 도형표현도를 사용하여 자료를 표현하는 경향이 두드러지게 나타났다.

본 연구에서 분석 대상으로 한 국내외 국가지도집에 나타난 도형표현도를 공통적으로 사용 빈도가 높았던 유형에 따라 점진적·비례적 도형표현도, 2차원 점묘도, 기본형 원 그래프를 이용한 도형표현도, 막대형 도형표현도, 반원형 및 분할된 반원형 도형표현도의 여섯 가지 유형으로 분류하여 유무 현황을 살펴보았다. 이러한 내용은 다음과 같이 정리할 수 있다(표 2).

<표 2> 국가지도집에 나타난 도형표현도 유형별 유무 현황

구분	한국	일본	독일	멕시코
점진적 또는 비례적 도형표현도	○	○	○	○
2차원 점묘도	△	○	○	○
기본형 원 그래프 도형표현도	○	○	○	○
막대형 도형표현도	○	○	○	○
반원형 도형표현도	×	○	○	○
분할된 반원형 도형표현도	×	○	○	○

<표 2>에서도 확인할 수 있듯이 우리나라의 아틀라스에 나타난 도형표현도의 유형은 해외 아틀라스와 비교할 때 다양하지 못하다. 국외의 아틀라스에서 이변량 및 다변량 자료를 나타내는데 반원형 및 분할된 반원형 원 그래프의 사용 빈도가 높은 것에 반해, 국내 아틀라스에서는 이러한 제작 기법을 적용한 사례를 찾아볼 수 없다. 다변량 자료 표현에 사용되는 유형은 기본형 원 그래프와 막대 그래프를 이용한 도형표현도가 대부분으로 제작 기법이 매우 제한적이며, 일변량 자료를 나타내는데 2차원 점묘도 사용되고 있기는 하지만 사용 빈도가 높지 않고 GIS 소프트웨어로는 구현이 불가능하다.

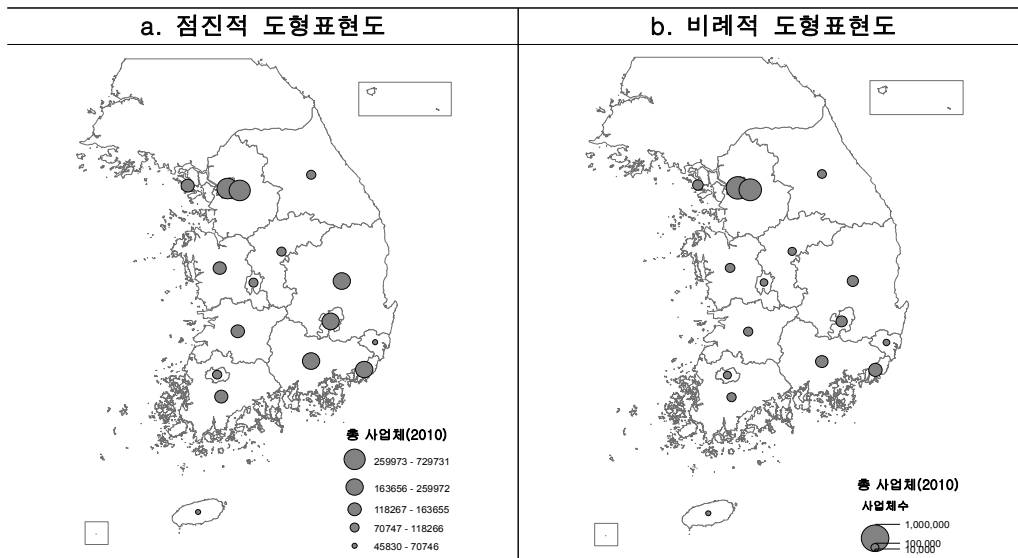
국외 아틀라스의 경우 수작업을 거쳐 지도가 제작되었기 때문에 다양한 도형표현도 제작 기법이 활용된 예를 찾아볼 수 있다. 그러나 국내 아틀라스의 경우 GIS 소프트웨어를 이용한 표현 방법의 한계와 수작업으로 일일이 편집과 수정 작업을 거쳐야 하는 문제 때문에 소프트웨어에서 자동으로 제작 가능한 유형의 도형표현도만이 사용되고 있다고 할 수 있다. 이러한 내용을 토대로 다음 장에서는 GIS 소프트웨어를 이용하여 구현 가능한 유형과 불가능한 도형표현도 유형을 보다 구체적으로 살펴보고, GIS 소프트웨어를 이용한 도형표현도 제작의 한계점을 파악하고자 한다.

## IV. GIS 소프트웨어를 이용한 도형표현도 제작 한계

본 장에서는 GIS S/W에서 제작이 가능한 유형과 구현이 불가능한 도형표현도 유형을 파악하여 S/W를 이용한 도형표현도 제작의 한계점을 제시하고자 한다. 또한 도형표현도 제작에 활용 가능한 확장 프로그램의 개발 여부를 조사하여 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도 제작이 가능한지를 알아보았다.

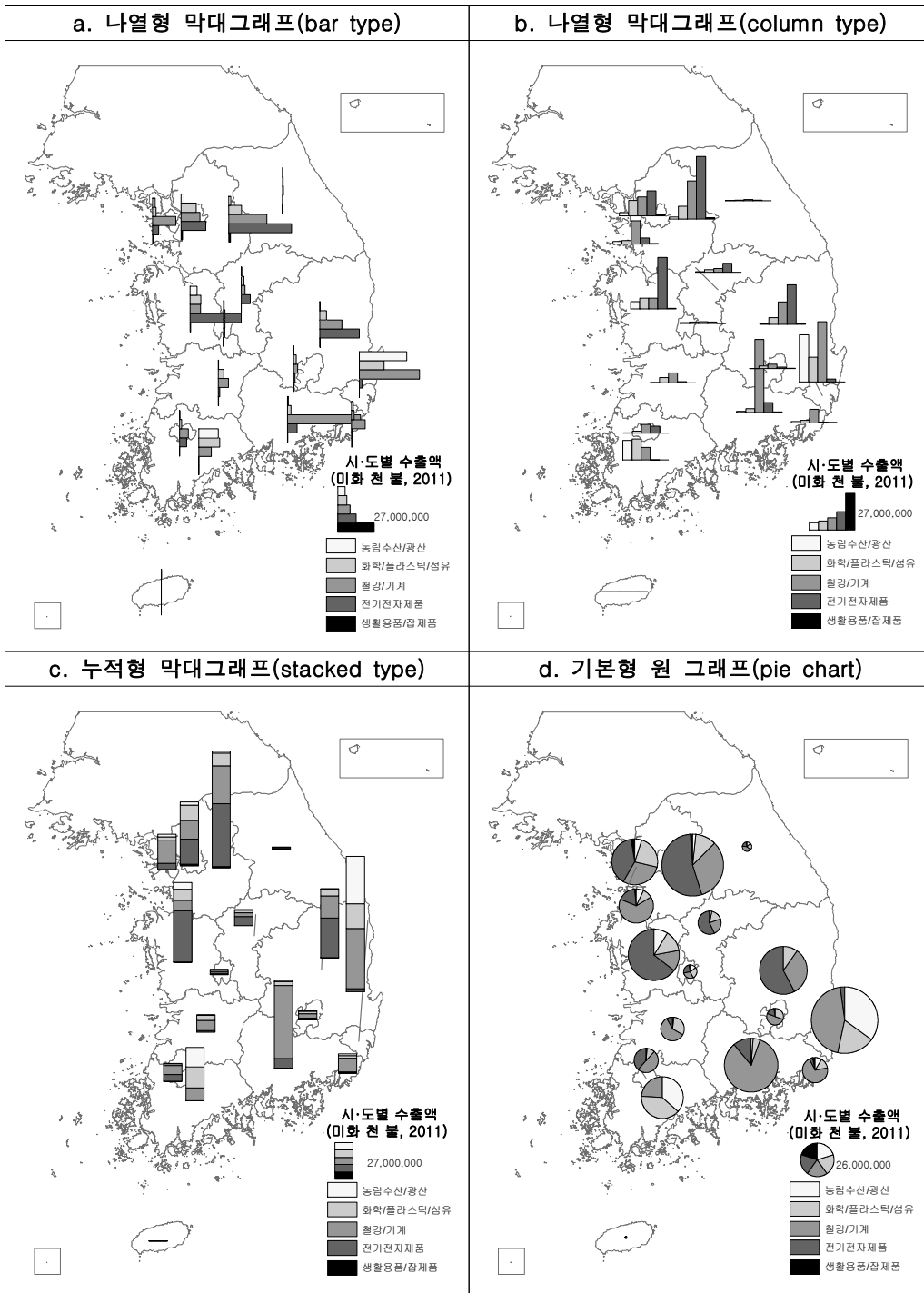
### 1. 소프트웨어에서 구현 가능한 도형표현도 유형

ArcGIS 소프트웨어를 이용하여 자동으로 구현할 수 있는 도형표현도의 유형은 다음과 같다. 일변량 자료의 경우 정량 데이터를 심볼화하여 점진적 도형표현도와 비례적 도형표현도를 제작할 수 있으며, 심볼의 종류는 원 기호 이외에도 다양하게 설정할 수 있다(그림 22). 또한 다변량 자료의 경우 기본형 원 그래프, 나열형 막대그래프, 누적형 막대그래프 등을 이용한 도형표현도 제작이 가능하며, 수직·수평 방향으로 나타낼 수 있다(그림 23).



<그림 22> ArcGIS에서 제작 가능한 도형표현도 유형 (1)

자료 : 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)



<그림 23> ArcGIS에서 제작 가능한 도형표현도 유형 (2)

자료 : 한국무역협회(<http://www.kita.net/>)

GIS 소프트웨어를 이용하여 지도를 제작할 경우 쉽고 간편하게 지도 생성이 가능하다는 장점이 있으나 소프트웨어에서는 매우 제한적인 기능만을 제공하기 때문에 다양한 도형표현도 제작이 어렵다. 특히 다변량 자료를 나타낼 경우 위에서 제시한 다이어그램 이외에는 제작 가능한 도형표현도의 범위가 한정적이며, 원 그래프와 막대형 그래프의 범례 표현에 있어서도 문제가 발생한다. 일반적으로 범례에는 자료의 중간 값 또는 평균값이 제공될 때 보다 정확하게 추정되며, 3개 또는 그 이상의 자료 값을 나타내는 것이 효과적이다<sup>48)</sup>. 그러나 막대 그래프와 원 그래프의 범례를 자동으로 생성하였을 때 자료를 유추하기 위한 기준 막대와 기준 원이 나타내는 자료 값이 하나만 제시된다는 문제가 있다. 이와 같이 범례에 제시되는 자료의 값이 하나만 제공될 경우 지도상에 표현된 전체적인 자료의 값을 추정하기 어렵고 지도 사용자에게 정확한 정보를 제공할 수 없다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 별도의 범례 수정 과정이 요구된다.

## 2. 소프트웨어에서 구현 불가능한 도형표현도 유형

GIS 소프트웨어로 구현하기 어려운 도형표현도를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, ArcGIS에서는 자료의 범위가 넓은 데이터를 나타내는데 유용한 3차원 도형표현도 제작이 불가능하다. 3차원 도형표현도는 자료의 크기가 부피에 비례하도록 세제곱근법(cube-root scaling)으로 척도화하며, 체적(volumetric) 심볼을 이용하여 나타낸다. 이러한 유형에는 구체나 육면체로 나타내는 기법 또는 육면체를 블록 형태로 쌓아 자료를 나타내는 유형 등이 있으며 현재 소프트웨어에서는 제작이 어렵다. 단, GIS 소프트웨어에서 3차원 심볼로 데이터를 표현하는 것은 가능하지만 이러한 3D 심볼은 ArcMap에서는 지원되지 않으며 ArcScene이나 ArcGlobe와 같은 3D 어플리케이션에서만 지원된다. 또한 3차원 구형 심볼의 경우는 ESRI ArcGIS Resource Center<sup>49)</sup>에서 제공하

---

48) Dent, B. D., *op.cit.*, p.142.

는 PNG 포맷의 3D sphere style을 다운받아 제작이 가능하나 GIS 소프트웨어의 기본적인 제작 옵션으로 3차원 도형표현도를 제작하기에는 현실적으로 많은 한계가 있다(그림 24a).

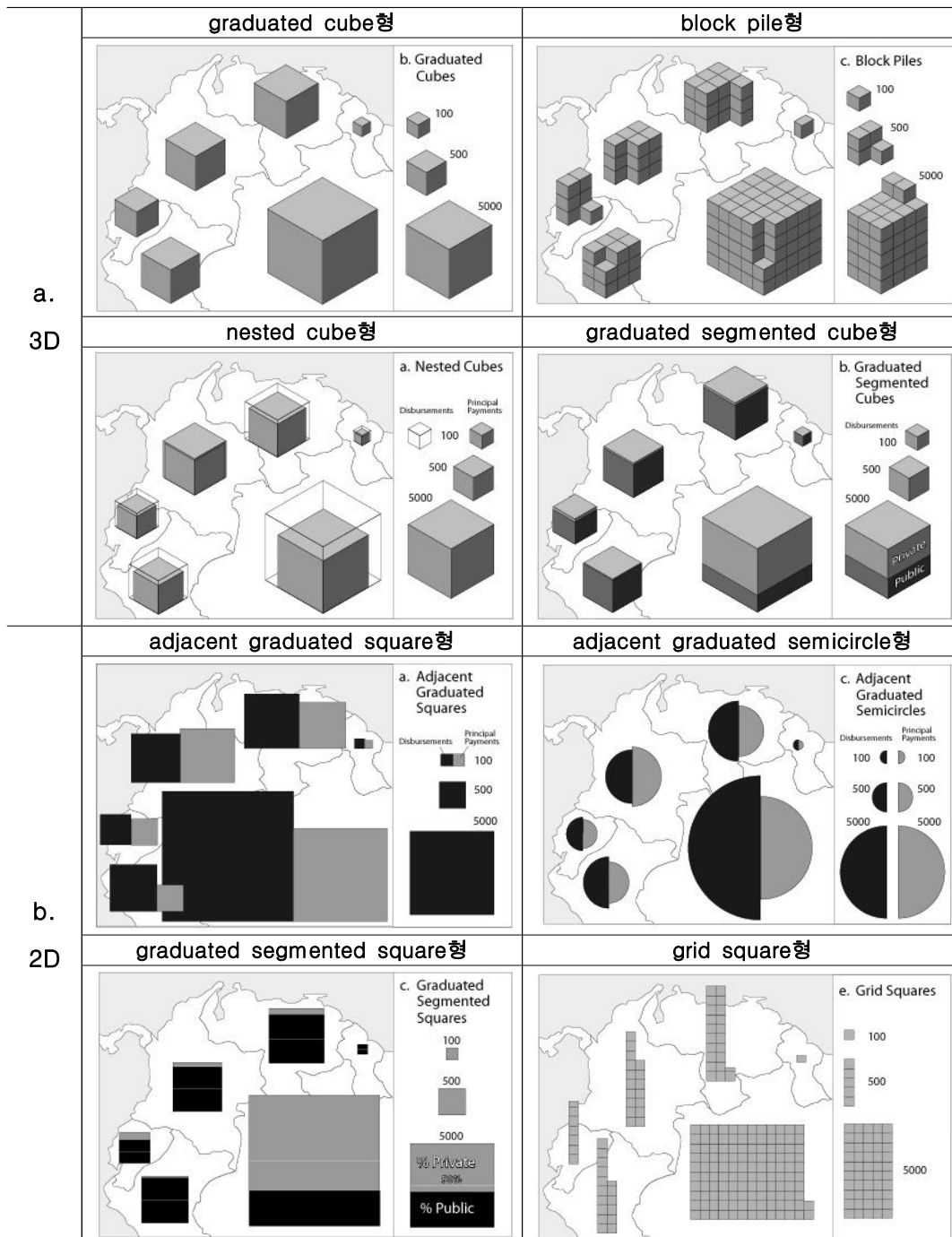
둘째, 이변량 및 다변량 자료는 변수 간의 관계를 비교할 수 있도록 지도화 하는 것이 효율적이거나 GIS 소프트웨어에서 제작가능한 유형은 원 그래프와 나열형·누적형 막대 그래프에 불과하다. 즉 GIS 소프트웨어에서 제공되는 한정적인 기능만으로는 다양한 2차원 도형표현도 제작이 불가능하다. 이러한 유형에는 자료 값에 따라 비례 기호를 적용하고 이를 나란히 배열함으로써 자료의 대소 비교가 가능하도록 나타낸 도형표현도, (분할된) 반원형 도형표현도, 변수의 비율에 따라 사각형 기호의 면적이 분할되도록 표현하는 기법 또는 동일한 크기의 사각형 단위 하나가 자료 값을 나타내며 이를 격자 형태로 나타내는 지도 등이 있다(그림 24b). 이와 같이 ArcGIS 소프트웨어에서는 단순형의 다이어그램만이 자동으로 생성되며 혼합형(composite type) 또는 비교형(comparative type)의 다이어그램은 제작할 수 없다는 한계가 있다. ArcGIS에서 제작 가능한 다이어그램의 유형과 불가능한 유형을 분류하면 다음과 같다(표 3).

<표 3> ArcGIS에서 제작 가능한 다이어그램과 불가능한 유형 분류

다이어그램 유형	제작가능 여부	비고
simple(단순형)	가능	점진적 또는 비례적 도형표현도
composite(복합형)	불가능	-
cumulative(누적형)	가능	(2D, 3D) 속성 값에 따라 다양한 크기의 원 그래프 및 누적형 막대 그래프
structural(구조형)	가능	(동일한 크기의) 원 그래프
comparative(비교형)	불가능	-
dynamic(동적형)	가능/불가능	막대 그래프(bar chart)만 가능
anamorphous(왜곡형)	불가능	-

(출처 : Dobesova, Z. and Valent, T., 2011, p.23에서 재구성)

49) 3Dspheres style은 아래의 웹사이트에서 다운 가능하며, ArcMap에서 심볼 스타일을 추가해 사용가능함.(<http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2012/07/30/3d-spheres-style-with-png-symbols-available-for-download/>)



<그림 24> 소프트웨어에서 구현 불가능한 도형표현도 유형

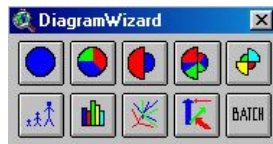
(출처: [http://www.personal.psu.edu/cab38/GEOG321/07\\_point\\_symbols02/prop\\_02.html](http://www.personal.psu.edu/cab38/GEOG321/07_point_symbols02/prop_02.html))










### 3. 도형표현도 제작에 활용 가능한 확장프로그램 사례

GIS 소프트웨어에는 익스텐션(extension)이라는 확장 기능을 활용할 경우, 새로운 기능을 추가하여 사용할 수 있다. 이에 따라 본 절에서는 GIS에서 기본적으로 제공되는 기능만으로 구현하기 어려운 다이어그램을 제작하기 위해 사용 가능한 익스텐션이 개발되어 있는지 여부를 조사하였다.

조사 결과, ArcGIS Resource에서 지원하는 스크립트(script)에는 도형표현도와 다이어그램 지도 제작에 활용될 수 있는 오픈 소스는 제공되지 않고 있다. 하지만 Diagram Wizard 3.0 익스텐션이 개발되어 상용화 된 사례가 있으며, 최근의 한 연구를 통해 Diagram Map Creator 익스텐션이 제안되었다. 이 두 가지 익스텐션의 특성과 메뉴 구성 및 주요 기능은 다음과 같다.

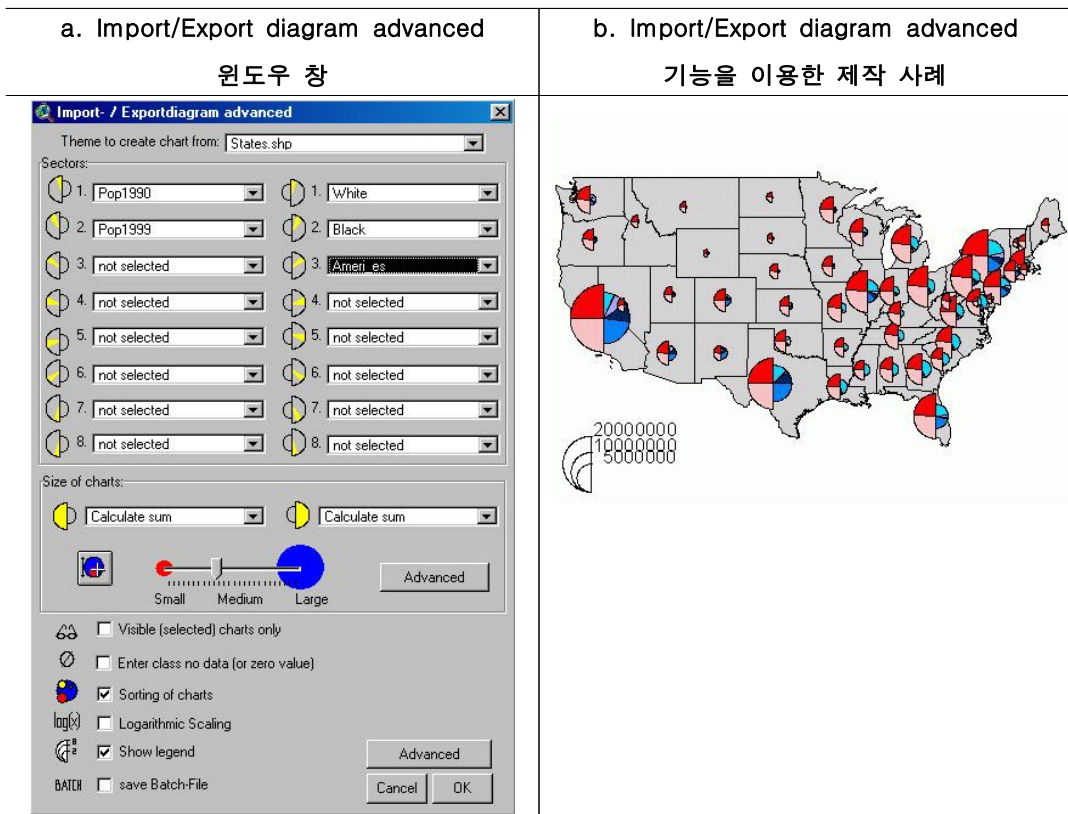
먼저 Diagram Wizard 3.0은 독일의 Alta4사에서 2000년에 개발된 것으로 ESRI사의 ArcView 및 그 이상의 버전에서 추가하여 사용할 수 있다. 이 툴은 파이 차트, 반원형 수입 수출 다이어그램 등 다양한 주제도와 다이어그램 차트 지도를 생성할 수 있다. Diagram Wizard 3.0의 윈도우 창의 구성과 이 툴로 제작 가능한 다이어그램의 종류는 다음과 같다(그림 25).



	simple pie chart		symbol chart
	complex pie chart		bar chart
	import/export diagram		line chart
	import/export diagram advanced		arrow chart
	multi sector chart		batch

<그림 25> Diagram Wizard 3.0으로 제작 가능한 다이어그램 유형

(출처 : Diagram Wizard 3.0 User-Manual)



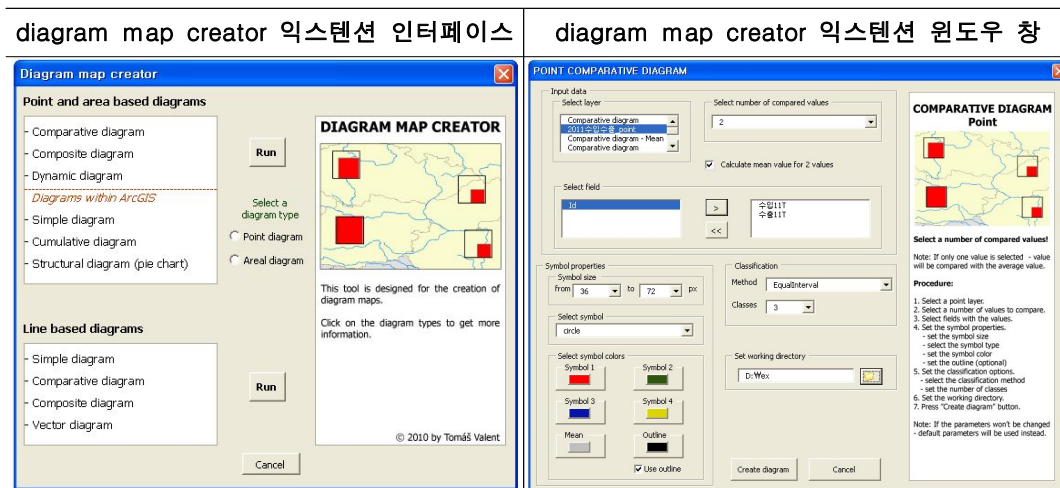
<그림 26> Diagram Wizard의 Import/Export advanced diagram 기능  
(출처 : Diagram Wizard 3.0 User-Manual)

이 익스텐션의 특징은 속성 데이터의 필드를 선택하여 부채꼴(sector)로 세분화 된 두 개의 반원형 도형표현도의 생성이 가능하며, 각 섹터의 총합과 같이 다른 속성 자료에 따라 전체 도형의 크기가 달라지도록 선택할 수 있다(그림 26a). 이 기능으로는 수출입 지도뿐만 아니라 왼쪽 반원에 전체 인구의 남녀 비율을 나타내고 오른쪽 반원에는 인종별 소수집단의 비율을 나타내는 등 다변수를 표현하기 위해 사용될 수 있다(그림 26b). 이 익스텐션은 2007년 까지 회사 홈페이지에서 데모 버전이 지원되었으나, 회사의 기술 문제 및 내부 문제로 제공이 중단되어 현재는 구하기 어려운 상황이다.

다음으로 2010년 체코의 팔라츠키 대학에서 개발된 Diagram map creator




익스텐션이 있다<sup>50)</sup>. 이 익스텐션은 비주얼베이직(VBA)으로 구현되었으며 ArcGIS 9 버전에서 사용 가능하다. 확장자가 mxd인 맵 문서 형태로 제공되며 익스텐션의 인터페이스와 윈도우 창은 다음과 같이 구성되어 있다(그림 27).

Diagram Map Creator 확장프로그램을 사용할 경우 ArcGIS에서 자동으로 생성하기 어려운 비교형, 복합형, 동적형 다이어그램 맵을 제작할 수 있다(그림 28). 비교형 다이어그램의 경우 프로그램에 의해 자동으로 자료의 평균값이 계산되어 평균과 자료 값과의 비교가 가능한 유형, 두 가지 현상을 비교하기 위한 오각형 또는 반원형 다이어그램, 세 가지 이상의 변수를 비교하는데 사용할 수 있는 다이어그램 등을 생성할 수 있다(그림 29a). 그리고 복합형 다이어그램은 텔레비전, 오디오, 컴퓨터 등 가전기기 보급대수와 같이 2~3개의 독립적인 변수를 비교하는 경우에 사용할 수 있다(그림 29b). 또한 동적형 다이어그램의 경우는 연도별 인구의 변화와 같이 시간에 따른 변화를 나타낼 수 있으며, 속성 자료에 따라 차트의 크기가 변경되도록 제작할 수 있다(그림 29c).

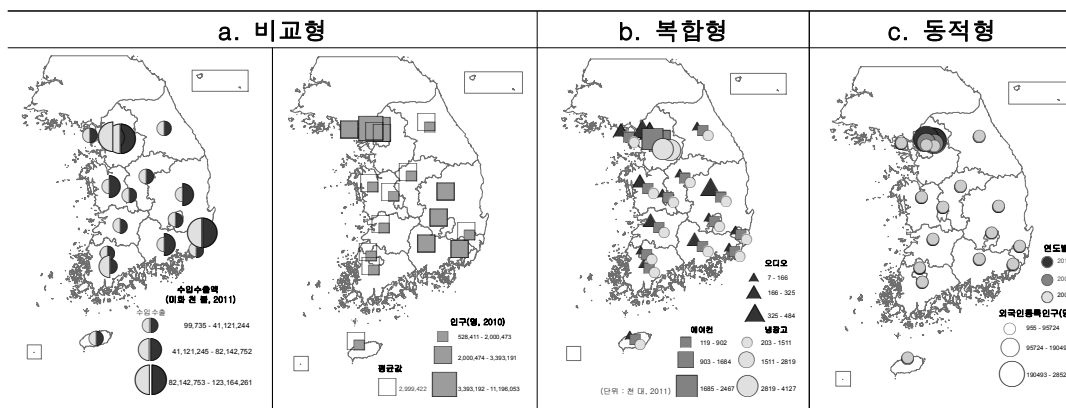


<그림 27> Diagram Map Creator 익스텐션의 구성

50) <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/valent10/> 에서 다운로드 가능.

비교형 다이어그램 (comparative kartodiagram)	
복합형 다이어그램 (composite kartodiagram)	
동적형 다이어그램 (dynamic kartodiagram)	

<그림 28> Diagram Map Creator로 제작 가능한 다이어그램 유형  
(출처 : <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/valent10/index.php?page=diagram>)



<그림 29> Diagram Map Creator로 제작한 도형표현도 사례  
자료 : 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)

그러나 위와 같은 익스텐션 툴을 활용하여 소프트웨어로 구현하지 못하는 도형표현도를 제작할 수 있으나 사용빈도가 높은 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도의 제작은 불가능하다. 즉, GIS 소프트웨어에서 제작 가능한 도형표현도의 유형이 한정적이며 소프트웨어에서 제공되는 기능이 사용자의 요구를 모두 만족시키는 최적의 도구라고 할 수 없다. 따라서 다음 장에서는 이 두 가지 유형을 구현할 수 있는 대안적 방안을 사례를 통해 설명하고자 한다.

## V. GIS 소프트웨어를 이용한 도형표현도 개선방안

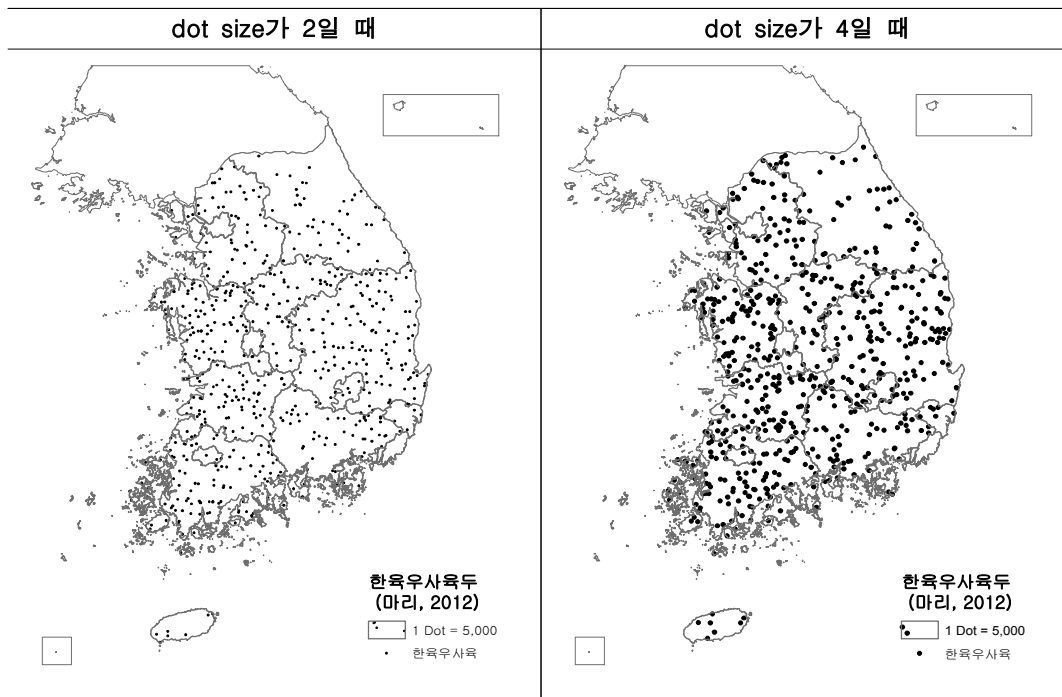
본 장에서는 GIS 소프트웨어의 한정적인 기능만으로 제작이 불가능한 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도를 대상으로 이를 제작할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 먼저 선정된 두 가지 도형표현도 제작의 필요성을 언급하고, ArcGIS 소프트웨어를 이용한 구체적인 제작 방법을 제시하였다. 지도화 작업에 필요한 데이터베이스는 국가통계포털에서 제공하는 자료를 이용하여 구축하였고, 본 논문에서 제안한 방법과 기존 방법을 비교함으로써 유용성을 밝히고자 하였다. 또한 GIS 소프트웨어로 제작된 1차 결과물을 바탕으로 보다 완성도 높은 고품질의 지도를 생산하기 위해 편집 소프트웨어인 Adobe Illustrator를 이용해 일련의 편집 과정을 거쳐 최종 지도를 산출하였다.

### 1. 2차원 점묘도

#### 1) 제작 필요성

GIS 소프트웨어를 이용하여 제작할 수 있는 점묘도는 폴리곤 내부에 현상의 특정한 값을 대표하는 단위점이 지도상에 임의적으로 분산되어 표현되며, 점의 배열을 통해 자료 전체의 값을 나타내게 된다. 이러한 지도는 지진의 발생 위치와 같이 하나의 단위점이 하나의 현상을 설명하는 일대일 대응 관계의 자료를 나타내는 경우에도 사용되지만, 하나의 단위점이 여러 개의 자료 값을 나타내는 일대다 관계의 자료 표현에 더욱 보편적으로 사용된다.

점묘도는 개략적인 분포 파악에 용이하고 상대적인 밀도 차이를 쉽게 이해할 수 있다는 이점이 있으나 실제로 그 값이 어느 정도인지 절대량을 유추하기는 어렵다. 지도의 범례에 한 점이 나타내는 자료의 크기가 얼마인지 표기되어 있어 이론적으로는 이 점들의 수를 집계하여 전체량을 구할 수도



<그림 30> 점묘도 제작 시 발생하는 점 기호 융합의 문제  
 자료 : 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)

있지만 사실상 불가능하다. 또한 점 기호의 크기(dot size)를 크게 하여 식별력을 높일 수는 있으나 점 기호가 융합되어 가독성이 떨어진다(그림 30).

일변량 자료를 표현하는데 점묘도 대신 비례적·점진적 도형표현도를 사용할 수도 있다. 그러나 점진적 도형표현도는 급간에 따라 자료 값이 나누어지기 때문에 어느 계급에 속하는지는 알 수 있어도 정확한 자료의 값을 유추하기 어렵다. 비례적 도형표현도의 경우도 지도상의 범례를 이용하여 자료의 절대량을 추정하기 쉽지 않으며, 데이터의 값이 너무 클 경우 심볼이 커지기 때문에 심볼들이 중첩되는 문제가 발생한다(그림 31a). 그러나 동일 자료에 대해 2차원 점묘도로 나타낼 경우 다음과 같은 장점이 있으며, 이러한 지도 제작의 필요성을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

첫째, 1차원 도형표현도는 자료의 배수만큼 비례하여 도형의 크기가 커져야 하기 때문에 자료의 최솟값과 최댓값의 편차가 큰 자료의 경우 지도로 표

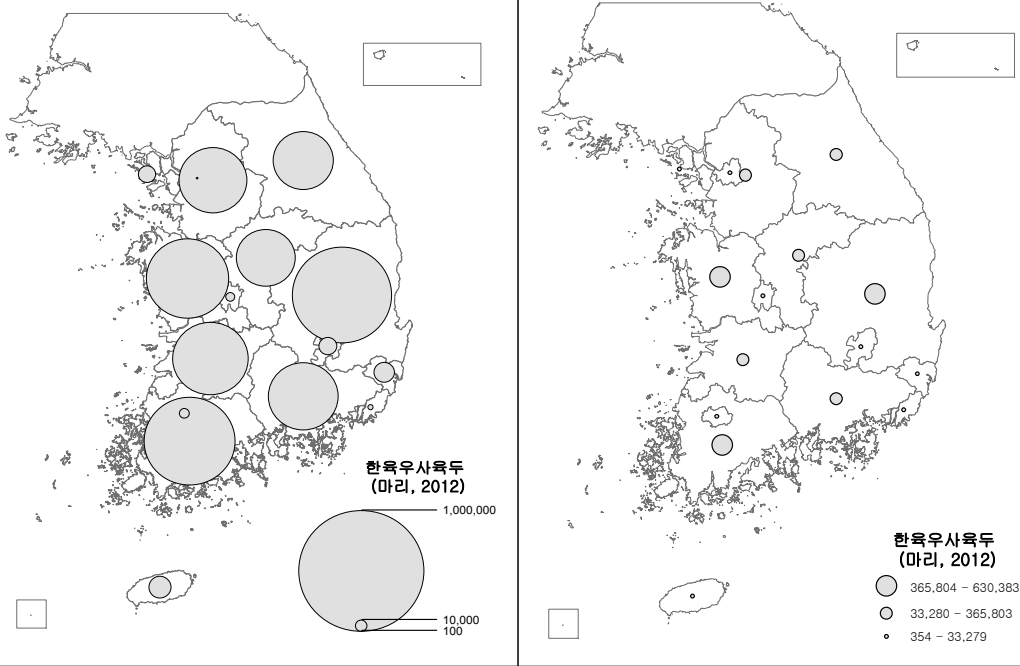
현하기 어렵다. 그러나 원 또는 사각형 기호를 이용하여 2차원 도형표현도로 나타낼 경우, 도형의 크기 선정 시 자료의 제곱근 값을 이용하기 때문에 척도화하기 쉬울 뿐 아니라 넓은 범주의 자료를 나타내기에 효율적이다.

둘째, 2차원 점묘도는 1차원에 비해 여러 개의 단위 점을 사용하여 10만 단위, 1만 단위, 1천 단위 등으로 크기를 달리하여 나타낼 수 있으며 지도상에 규칙적으로 정렬하여 표현할 수 있다. 따라서 1차원 점묘도, 비례적·점진적 도형표현도에 비해 빠르고 정확하게 지도에 표현된 정량 데이터를 식별할 수 있으며, 보다 정확한 절대량을 나타낼 수 있어 가산성(countability)이 높다는 장점이 있다(그림 31b).

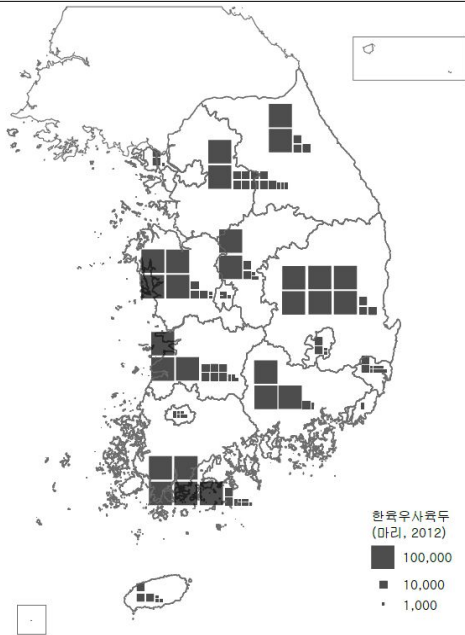
셋째, 심볼이 겹치지 않는 장점으로 인해 가독성을 높일 수 있으며 이는 아틀라스 사례분석 결과에서 살펴보았듯이 일변량 자료를 나타내는데 활용도 높게 사용될 수 있다. 물론 기존의 1차원 점묘도는 인구 분포 등 밀도를 통해 공간적 분포를 나타내는데 유용하게 사용될 수 있다. 하지만 2차원 점묘도는 앞서 설명한 바와 같이 가산성이 높기 때문에 단순하게 공간적 밀도와 분포를 나타내는 것보다 지역적 차이를 효과적으로 나타낼 수 있어 재배 면적, 과수 면적, 사육 농가, 임야 면적 등을 나타내는데 활용될 수 있다. 즉, 점 기호를 이용한 1차원 점묘도와 2차원 도형을 이용한 2차원 점묘도 모두 효용성이 있으며, 나타내고자 하는 자료 유형에 따라 적절한 제작 기법을 선택할 필요가 있다.

그러나 2차원 점묘도는 위와 같이 유용성이 높음에도 불구하고 현재 GIS 소프트웨어에서는 구현이 불가능하다. 이에 따라 다음 절에서는 2차원 점묘도를 제작할 수 있는 대안적 방안을 설명하고자 한다.

a. 비례적 도형표현도와 점진적 도형표현도로 나타낸 경우



b. 2차원 점묘도 및 속성 자료



시도	한육우 사육두수
서울특별시	354
부산광역시	2,318
대구광역시	22,149
인천광역시	21,025
광주광역시	7,633
대전광역시	2,962
울산광역시	29,188
경기도	296,796
강원도	230,664
충청북도	223,334
충청남도	432,213
전라북도	365,803
전라남도	529,289
경상북도	630,383
경상남도	312,366
제주특별자치도	33,279

<그림 31> 동일 자료에 대한 도형표현도 제작 결과 비교

자료 : 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)

## 2) 제작 방법

GIS 소프트웨어에서 점묘도를 제작하는 경우 정량 데이터의 절댓값을 이용하여 제작하는 것이 일반적이다. 그러나 2차원 점묘도 제작을 위해서는 몇 개의 단위점을 사용할 것인지 그리고 각 단위점이 나타내는 수치를 설정한 후, 전체 자료값을 각 단위별로 나누어 데이터베이스를 구축해야 한다(표 4).

자료를 구축한 후에는 각 단위점을 나타내는 기호의 크기를 비례적 척도법에 따라 결정한다. 예를 들어 한우 1천을 나타내는 기호의 크기를 3이라고 할 때, 한우 1만은 1천의 10배이므로 3.16배( $\sqrt{10} \approx 3.16$ )를 하여 9.48로 나타내야 하며 한우 10만은 한우 1천의 100배이므로 10배( $\sqrt{100} = 10$ )를 해준 30으로 나타내야 한다.

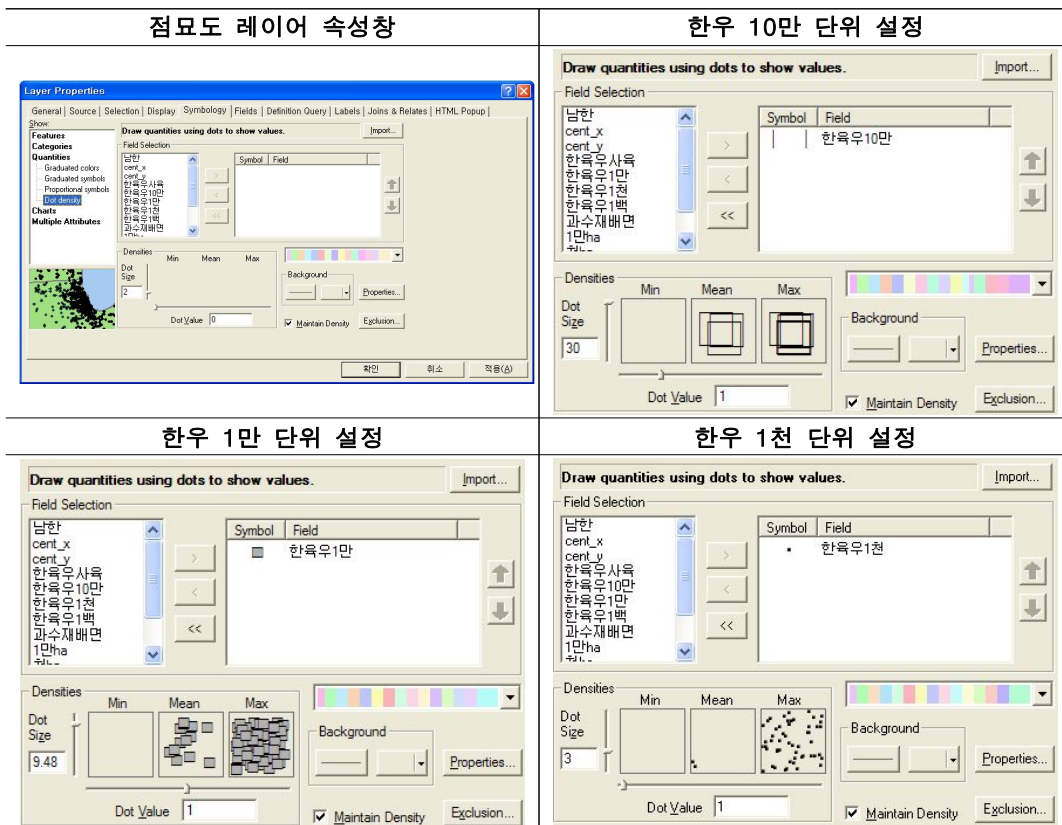
<표 4> 2차원적 점묘도 제작을 위한 속성자료 구축

단위 : 마리

시도	한육우사육두	한우10만	한우1만	한우1천
서울특별시	354	0	0	0
부산광역시	2,318	0	0	2
대구광역시	22,149	0	2	2
인천광역시	21,025	0	2	1
광주광역시	7,633	0	0	8
대전광역시	5,962	0	0	6
울산광역시	29,188	0	2	9
경기도	296,796	2	9	7
강원도	230,664	2	3	1
충청북도	223,334	2	2	3
충청남도	432,213	4	3	2
전라북도	365,803	3	6	6
전라남도	529,289	5	2	9
경상북도	630,383	6	3	0
경상남도	312,366	3	1	2
제주특별자치도	33,279	0	3	3

자료 : 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)

각 단위 점을 나타내는 기호의 크기가 결정되면 ArcGIS 소프트웨어에서 점모도 제작에 활용되는 레이어 속성 창을 실행한다. 지도화 할 필드에 10만 단위를 지정하고, 점의 크기(dot size)에는 앞서 선정 한 도형 크기를 입력한다. 그리고 한 점이 대표하는 통계량을 의미하는 단위값(dot value)에는 1을 설정한다. 실질적으로 각 단위 점은 10만, 1만, 1천의 값을 나타내는 일대다의 관계이지만 데이터베이스를 단위별로 구축하였기 때문에 지도상에 나타낼 하나의 단위점이 데이터베이스에 입력된 자료의 값과 일대일 관계로 대응되도록 하는 과정이라고 할 수 있다. 이와 동일하게 1만 단위, 1천 단위의 필드를 대상으로 각각 정해진 단위점의 크기를 입력하고, 단위값에는 1을 입력한다(그림 32).

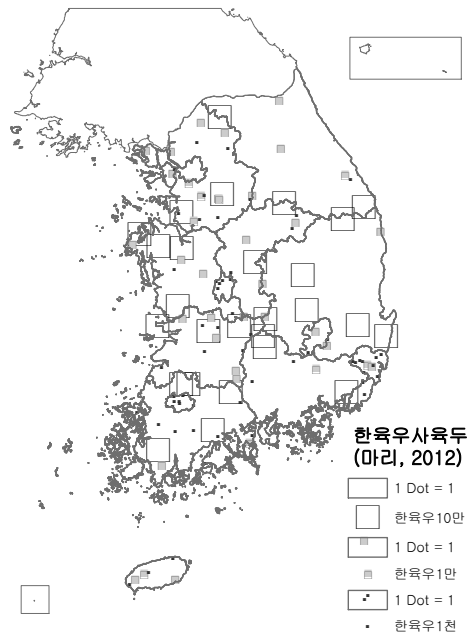


<그림 32> 2차원 점모도 제작을 위한 레이어 속성 설정

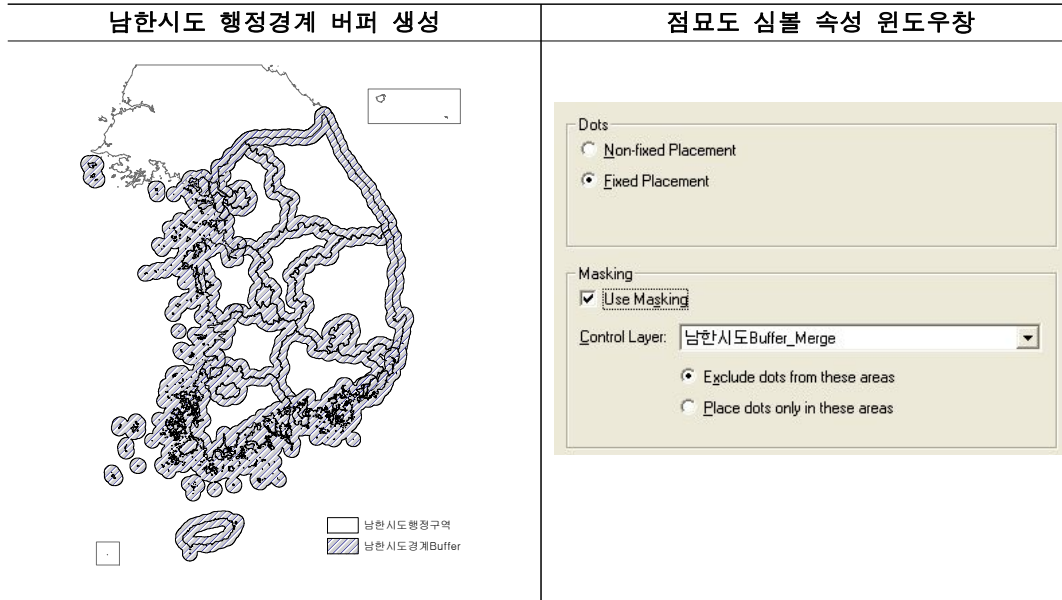
이러한 과정을 거쳐 총 3개의 2차원 점묘도를 제작한 후, 각 단위점 별로 심볼 속성을 지정한 shp파일을 동시에 디스플레이하면 2차원 점묘도에 대한 1차 결과물을 얻을 수 있다. 그러나 지도가 새롭게 디스플레이 될 때 마다 도형의 위치가 바뀌고 임의적으로 배열되며, 도형이 시도 경계 사이에 위치하고 있어 어느 행정경계에 속하는 자료인지 구분이 모호하다는 문제가 발생한다(그림 33).

이를 해결하기 위해 다음과 같은 추가 작업 과정이 필요하다. 먼저 화면이 새로고침 될 때마다 도형 위치가 변경되는 문제는 점묘도의 심볼 속성 윈도우창(dot density symbol properties)에서 점(도형)의 위치가 고정되도록 설정한다. 그리고 시도 경계선으로부터 버퍼를 생성하고, 이 버퍼 안에는 점이 포함되지 않도록 마스크(masking)를 수행하면 시도 경계선에 도형이 표현되는 문제를 완화할 수 있다. 마스크의 기능은 크게 점(dot)을 특정 폴리곤 안에 포함되지 않도록 제외하는 것(exclude dots from these areas)과 오직 특정 폴리곤 안에만 점을 표현하는 것(place dots only in these areas) 두 가지가 있는데, 전자의 기능을 활용하여 시도 경계 내부에는 점 기호가 표현되지 않도록 설정한다(그림 34).

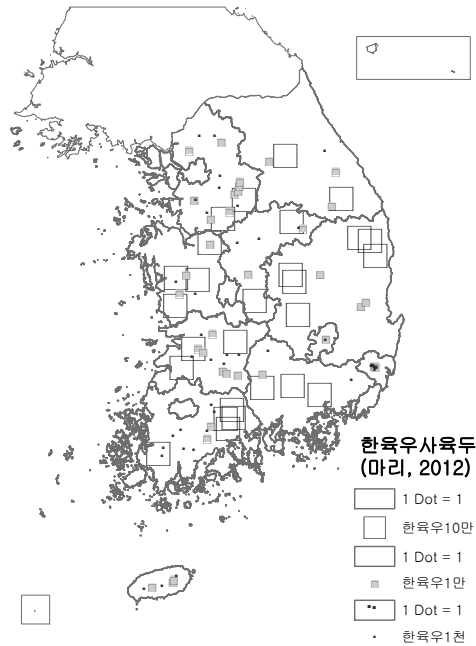
이와 같이 소프트웨어의 추가적인 작업을 거치면 경계선 안쪽으로만 도형이 위치하게 되어 추후에 편집 작업을 수월하게 할 수 있으며, GIS로 제작된 결과물을 바탕으로 편집 소프트웨어를 이용해 도형의 위치를 조정하고 색상을 지정하면 최종적인 2차원 점묘도를 제작할 수 있다. 그러나 마스크 기능이 본래 점(dot) 기호를 이용한 점묘도 제작 시 사용되는 툴이기 때문에 각 단위점을 나타내는 도형을 점으로 인식한다. 따라서 단위점의 도형을 크게 지정할 경우 행정구역 경계 내부에 완전한 마스크는 불가능하나 마스크를 수행하기 이전에 비해 모호한 표현을 부분적으로 해결할 수 있다(그림 35).



<그림 33> GIS S/W만을 이용하여 제작한 2차원 점묘도(1차 결과물)  
 주) 각 단위별로 구분을 쉽게 하기 위해 색상을 달리하여 나타냄.



<그림 34> 2차원 점묘도 제작을 위한 버퍼 생성 및 마스크



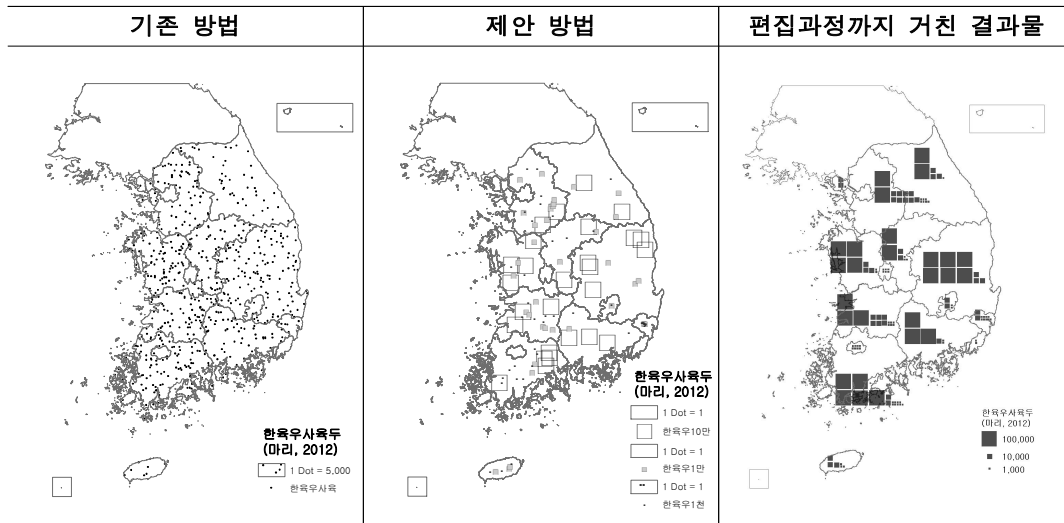
<그림 35> GIS S/W만을 이용하여 제작한 2차원 점묘도(2차 결과물)

주) 각 단위별로 구분을 쉽게 하기 위해 색상을 달리하여 나타냄.

### 3) 기존 방법과 제안 방법과의 비교

제안 방법을 적용하여 GIS S/W에서 제작 가능한 범위 내에서 2차 결과물을 생성하였으나 도형이 임의적으로 배열되어 가독성이 떨어질 뿐만 아니라 지도 이용자에게 정확한 정보 전달의 기능을 수행하지 못해 최종 지도로 보기에는 한계가 있다.

지도는 목적에 따라 전달하고자 하는 내용을 효율적으로 시각화하여 나타내야 하며, 지도 디자인은 지도의 유용성을 결정하는 하는 중요한 요소가 된다. 이에 따라 제안 방법을 통해 얻은 결과물을 바탕으로 편집 소프트웨어를 이용해 단위점을 재배열하고 색상을 변경하는 정도의 간단한 편집 과정을 거쳐 지도의 품질을 높이고 완성도를 높이고자 하였다. 기존 방법과 제안 방법의 제작 결과물을 비교하면 다음과 같다(그림 36).



<그림 36> 2차원 점묘도 결과물 비교



1차원 점묘도는 지도상에 임의적으로 분포되는 점의 밀도를 통하여 지리적인 현상을 나타낸다. GIS 소프트웨어로 점묘도를 구현하기 위해서는 자료의 총 절대량으로 속성 데이터를 구성해야하며 1차원의 점 기호를 이용하여 표현한다. 그러나 이러한 기존의 방법은 밀도의 공간적 차이는 알 수 있으나 자료의 총량이 얼마인지 지도상에서 읽어내기 어렵고, 점의 크기를 크게 하면 점이 융합되어 인식에 용이하지 못하다는 문제가 있다. 또한 일변량을 나타내는 비례적 도형표현도와 점진적 도형표현도로 자료의 절대량을 나타낼 경우, 도형의 크기를 통해 자료의 순위적인 파악은 가능하지만 정확한 통계량을 파악하기 어렵다.

반면 제안 방법을 적용하여 2차원 점묘도로 표현할 경우 원 자료의 절대량이 지도 상에서 다시 재현될 수 있어 기존 방법에 비해 가산성이 높다는 것이 특징적이다. 기존의 방법은 자료의 변별력을 위해 보통 하나의 단위점으로 자료를 나타내지만, 2차원 점묘도는 단위점이 나타내는 단위값에 따라 도형의 크기를 달리하여 나타낼 수 있기 때문에 2~3개의 단위점을 사용할 수 있고 면적의 개념을 지닌 2차원으로 표현할 수 있어 1차원 점묘도에 비해 식

별력이 높다. 기존 방법과 제안 방법 모두 한 점이 나타내는 자료 값이 얼마인지 단위 값(unit value)을 선정하는 것이 중요한데, 2차원 점묘도로 표현하기 위해서는 자료의 절대량을 지도 제작자가 선정한 단위 값에 따라 재구성하는 과정이 요구된다. 다시 말해, 1차원 점묘도는 속성 자료를 재구성 할 필요 없이 한 점이 어느 정도의 자료 값을 반영할 것인지만 결정하면 되지만 2차원 점묘도로 나타내기 위해서는 자료의 총량을 단위 별로 나누어야 한다. 예를 들어 외국인 인구를 나타낸다고 가정할 때 10만, 1만, 1천 명 단위로 나눈 값으로 속성 자료를 구축해야 한다. 이와 같이 제안 방법으로 지도화 할 경우, 총 절댓값이 아닌 단위별로 나눈 절댓값을 이용한다는 점에서 차이가 있다.

또한 일반적으로 점묘도는 하나의 단위점이 다수의 자료값을 나타내므로 일대다의 관계라고 할 수 있으며, 지도 제작 과정에서 한 점이 나타내는 통계량 역시 단위값에 대응되도록 값을 입력하여 지도를 생성한다. 제안 방법의 경우도 마찬가지로 각 단위점이 나타내는 수치는 일대다의 관계이지만, 단위별로 데이터베이스를 구축하였기 때문에 일대일 대응의 관계를 갖도록 한 점이 나타내는 통계량을 1로 지정해야 한다는 점에서 차이가 있다. 이러한 내용을 종합하면 다음과 같다(표 5).

<표 5> 기존 방법과 제안 방법과의 비교(2차원 점묘도)

	기존방법	제안방법
지도화에 사용되는 속성 자료	자료의 총량을 이용	자료를 각 단위로 나눈 단위값(unit value)을 이용
공간객체유형	 점(1D)	 면(2D)
단위점(unit value)의 수	(보통) 1개 사용	2~3개의 단위점 사용
기호의 배열	임의적	규칙적
가산성(countability)	낮음	높음
한 점이 나타내는 통계량(dot value)	일대다 관계 (예. dot value=10,000)	일대일 관계 (dot value=1로 지정)

## 2. 반원형 도형표현도

### 1) 제작 필요성

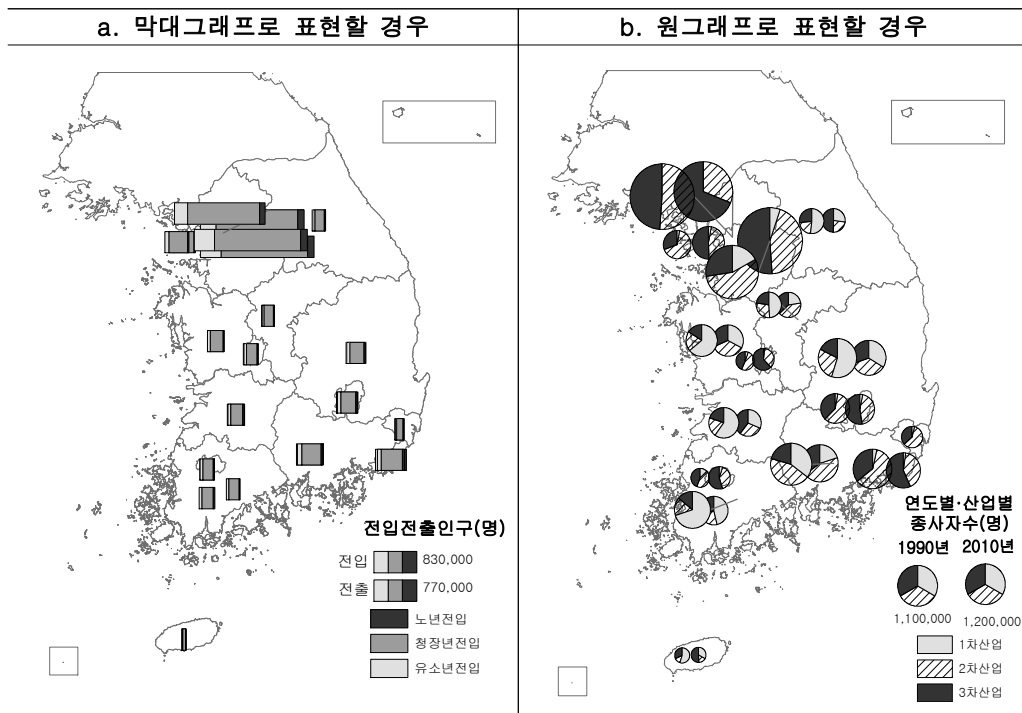
일반적으로 도형표현도는 지도화하고자 하는 하나의 변량을 기호의 크기를 달리하여 나타내는 경우가 대부분이다. 그러나 지도 사용자들은 현상의 구조 및 공간적 변화를 파악하기 위해 하나의 변량이 아닌 몇 가지의 변량을 동시에 고려하고자 할 때가 있다. 예를 들어 지역별로 전체 수출입 물동량에 따라 도형의 크기를 달리하여 나타내면서 수출입 품목별로 각각 차지하는 비율을 파악하고자 하는 경우, 전입·전출 인구에 대한 연령별 특성을 비교 분석하고자 하는 경우 등이 그러하다. 이와 같이 두 개 이상의 변량을 표현하기 위해서는 소프트웨어에서 제공되는 막대 그래프(bar chart)와 원 그래프(pie chart)를 이용하여 지도를 제작할 수 있으나 제작 과정에서 다음과 같은 문제가 발생한다.

먼저 1차원의 막대 그래프로 표현하는 방식은 지도 이용자가 쉽게 이해할 수 있고 자료를 비교하기에 용이하다는 장점이 있다. 그러나 막대의 길이가 자료의 크기에 비례하도록 선형으로 척도화되어 자료를 나타내기 때문에 지도 레이아웃 상에 넓은 공간을 필요로 하게 된다. 특히 자료값의 범위가 넓고 편차가 심한 데이터의 경우 1차원의 선처럼 표현되는 현상이 발생한다(그림 23a, 그림 23b 참조). 이를 잘 식별하기 위해 막대 그래프의 폭과 넓이, 최고 높이를 조정할 경우 막대의 길이가 길어져 행정구역 경계를 넘어 표현된다. 또한 각 변량별·연도별로 동시에 대비를 위해서는 각각 막대 그래프를 제작한 후 비교하는 것만이 가능하며, 두 변량을 나타내는 그래프가 중첩되어 식별하기 어렵고 복잡성을 가중시킨다. 뿐만 아니라 범례에 제시되는 막대의 길이가 다르기 때문에 막대그래프를 이용할 경우 정확한 비교가 어렵다는 한계가 있다(그림 37a).

원 그래프의 경우는 전체 통계량에 대한 각 항목의 비율을 하나의 원 내부

에 부채꼴로 분할하여 나타낼 수 있으나 이 역시 연도별·종류별 대비를 표현하기에는 한계가 있다. 예를 들어 1990년과 2010년의 산업별 종사자수를 비교하고자 할 때 연도별로 원 그래프를 제작한 후 편집을 통해 나란히 배열하여 변화 정도를 파악하는 방법도 있으나, 범례에는 원 기호의 크기가 하나만 제시되어 정확한 크기를 추정할 수 없다.

뿐만 아니라 범례에 제시된 표준원의 크기가 동일할지라도 나타내는 자료 값이 다르기 때문에 자료 대비에 효과적이지 못하다(그림 37b). 이와 같이 GIS 소프트웨어를 이용하여 다변량 지도를 제작할 때 발생하는 문제점을 해결하고 자료 표현의 한계점을 극복하기 위한 대안으로 반원형 도형표현도 제작의 필요성이 제기된다고 할 수 있다.



<그림 37> S/W를 이용한 다변량 지도 제작 시 발생하는 문제점

자료 : 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)

## 2) 제작 방법

GIS 소프트웨어에서 원 그래프로 자료를 나타낼 경우, 자료를 구성하는 각 변수의 값을 이용하여 전체 360도에 대한 해당 변수의 비율을 각도로 표현한다. 따라서 반원형으로 표현하기 위해서는 먼저 변수별 자료 값과 함께 이를 합산한 값을 필드로 구성하여 속성 자료를 구축해야 한다(표 6). 이를 통해 반원 그래프의 형태로 구현할 수 있으며 각 변수의 비율과 각 변수를 모두 합산한 총합의 비율을 동일하게 나타낼 수 있다(그림 38).

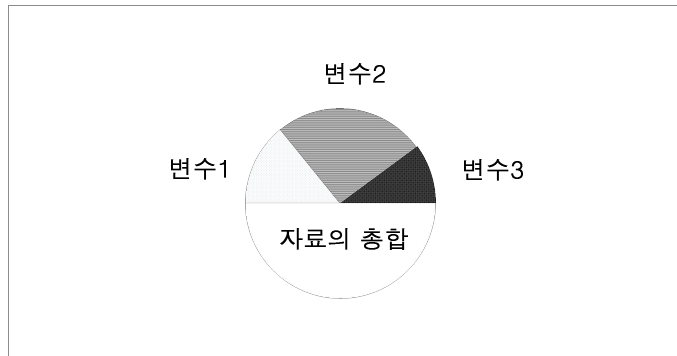
<표 6> 반원형 도형표현도 제작을 위한 속성자료 구축

단위 : 명

시도	유소년 전입	청장년 전입	노년 전입	유소년 전출	청장년 전출	노년 전출	전입합	전출합
서울특별시	251,431	1,380,131	101,453	274,785	1,460,012	113,241	1,733,015	1,848,038
부산광역시	80,259	403,810	35,265	81,968	429,205	36,627	519,334	547,800
대구광역시	65,415	281,896	23,506	63,765	295,188	23,704	370,817	382,657
인천광역시	77,648	357,021	27,382	77,600	354,496	26,343	462,051	458,439
광주광역시	49,726	201,358	17,490	46,553	201,747	16,743	268,574	265,043
대전광역시	44,943	202,196	15,293	43,827	204,587	15,063	262,432	263,477
울산광역시	28,007	125,463	7,676	28,765	128,602	7,304	161,146	164,671
경기도	387,564	1,654,179	127,077	367,804	1,540,191	118,388	2,168,820	2,026,383
강원도	43,208	181,930	16,600	42,984	182,123	16,076	241,738	241,183
충청북도	41,900	178,619	15,152	40,903	174,288	14,516	235,671	229,707
충청남도	58,407	240,844	18,602	55,991	227,806	17,878	317,853	301,675
전라북도	56,844	225,605	23,340	55,987	228,942	23,308	305,789	308,237
전라남도	48,054	197,489	20,057	50,161	204,466	21,034	265,600	275,661
경상북도	57,383	273,806	23,386	60,104	274,778	23,245	354,575	358,127
경상남도	85,093	368,714	28,148	84,969	366,709	27,031	481,955	478,709
제주특별자치도	16,394	57,001	3,829	16,110	56,922	3,755	77,224	76,787

주) 유소년층(0~14세), 청장년층(15~64세), 노년층(65세 이상) 자료는 모두 합산하여 계산함.

자료 : 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)

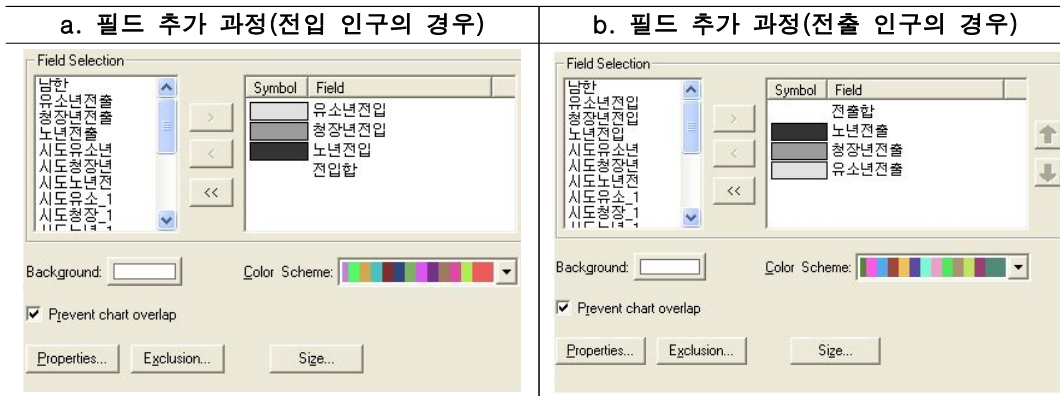


<그림 38> 반원형 도형표현도의 심볼 표현 방법

위의 전입·전출 자료를 예시로 하여 구체적인 제작과정을 살펴보면 다음과 같다. <표 6>과 같이 데이터베이스를 구축한 후, ArcGIS 소프트웨어에서 원 그래프 도형표현도 제작에 활용되는 레이어 속성창을 실행한다. 전입 인구에 대하여 연령층별로 지도화를 하기 위해 유소년층 전입, 청장년층 전입, 노년층 전입 인구를 나타낸 필드와 전입 인구를 합산한 필드를 추가한다. 그리고 총합의 필드는 심볼로 표현되지 않도록 채우기 색상(fill color)과 테두리 색상(outline color)을 색상 없음(no color)으로 지정하면 총합을 나타내는 심볼은 무색으로 설정되어 연령층별 전입 인구만을 나타내는 반원형 심볼을 표현할 수 있다(그림 40a). 전출 인구 역시 이와 동일한 방식으로 각 연령층별 필드를 추가하고 합산한 자료를 나타내는 심볼의 색상을 무색으로 변경함으로써 반원형 심볼을 제작할 수 있다(그림 39). 이 때 전출 인구를 합산한 필드가 가장 상위에 오도록 하는 것이 중요하다(그림 40b).

전입 인구의 반원형 심볼	전출 인구의 반원형 심볼	전출입 인구 반원형 심볼

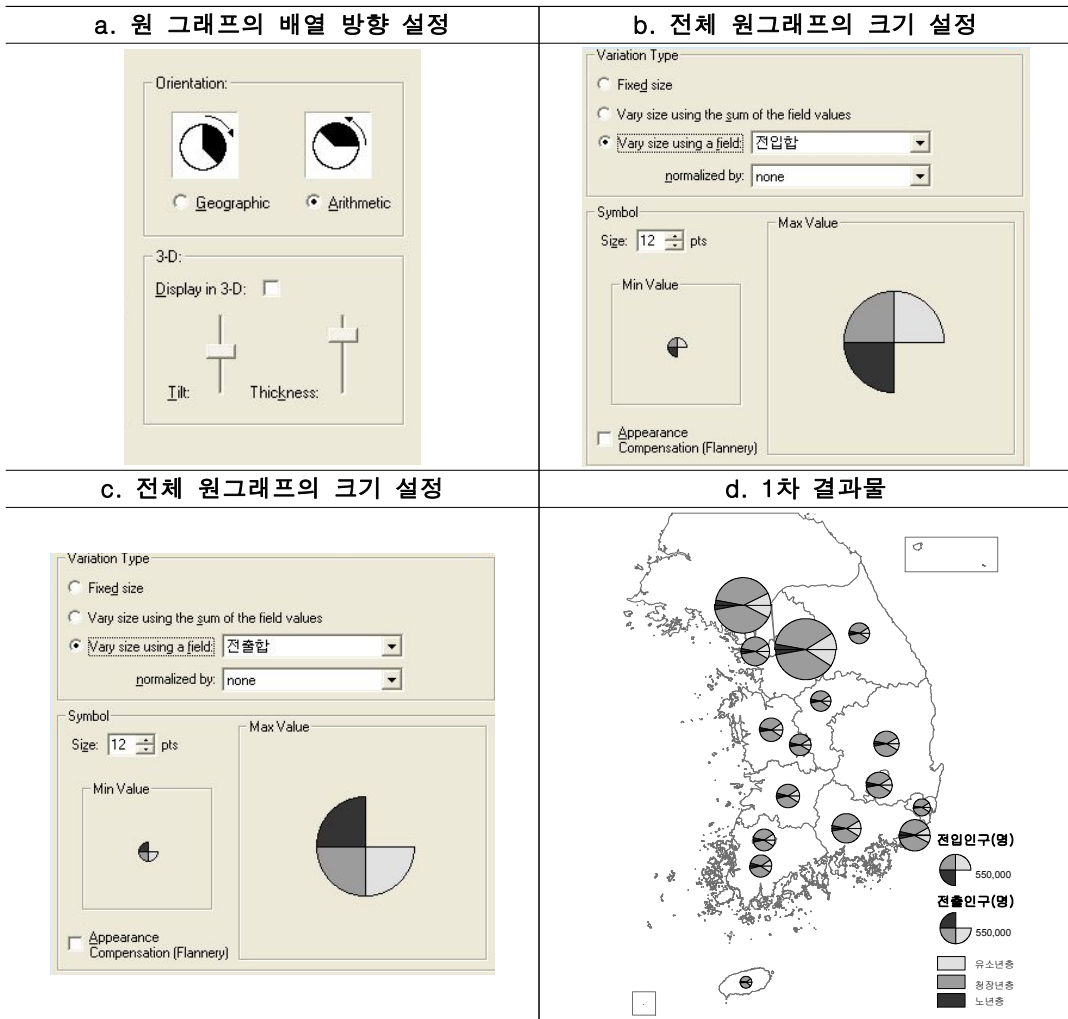
<그림 39> 제안 방법을 이용한 반원형 심볼 제작



<그림 40> 반원형 도형표현도 제작 과정

또한 원 그래프로 자료를 나타낼 때 각 항목은 필드를 추가한 순서대로 원 그래프에 표현되며, 일반적으로 원 그래프의 회전 방향을 시계 방향으로 배열하는 것이 원칙이다. 그러나 반원형 도형표현도 제작 시에는 원 그래프의 필드가 시작되는 방향을 3시 방향에서 시작하여 반시계 방향으로 자료가 표현되도록 arithmetic으로 설정해야하며(그림 41a), 이러한 원 그래프의 배열 방향을 적절하게 활용하여 반원형 심볼을 구현할 수 있다.

다음으로 원 그래프의 크기를 설정하는 방법은 세 가지로 모든 심볼의 크기를 동일하게 나타내는 방법(fixed size)과 속성 필드의 합계에 따라 심볼 크기를 달리하는 방법(vary size using the sum of the field values) 그리고 특정 필드의 값에 따라 심볼 크기를 달리하는 방법(vary size using a field)이 있다. 전체 원 그래프의 크기를 속성 자료의 크기에 따라 달라지도록 하기 위해서는 자료의 총합을 나타낸 필드 다시 말해, 전입합 또는 전출합 자료 따라 원 그래프의 심볼이 달라지도록 설정함으로써 원 기호의 크기로 상대적인 비교가 가능하도록 해야 한다(그림 41b, 그림 41c). 이러한 과정을 통해 반원형 심볼을 표현할 수 있으며 S/W를 이용하여 다음과 같은 1차 결과물을 생성할 수 있다(그림 41d).

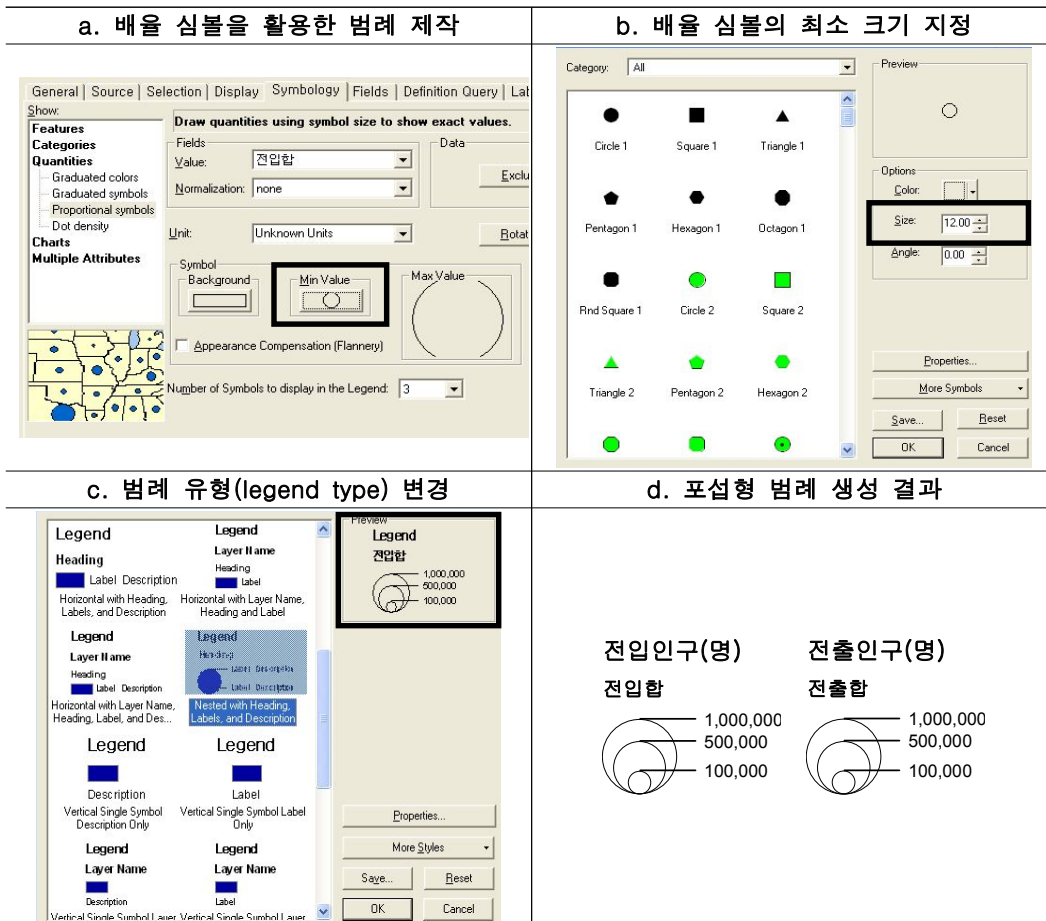


<그림 41> 반원형 도형표현도 제작 과정 및 1차 결과물

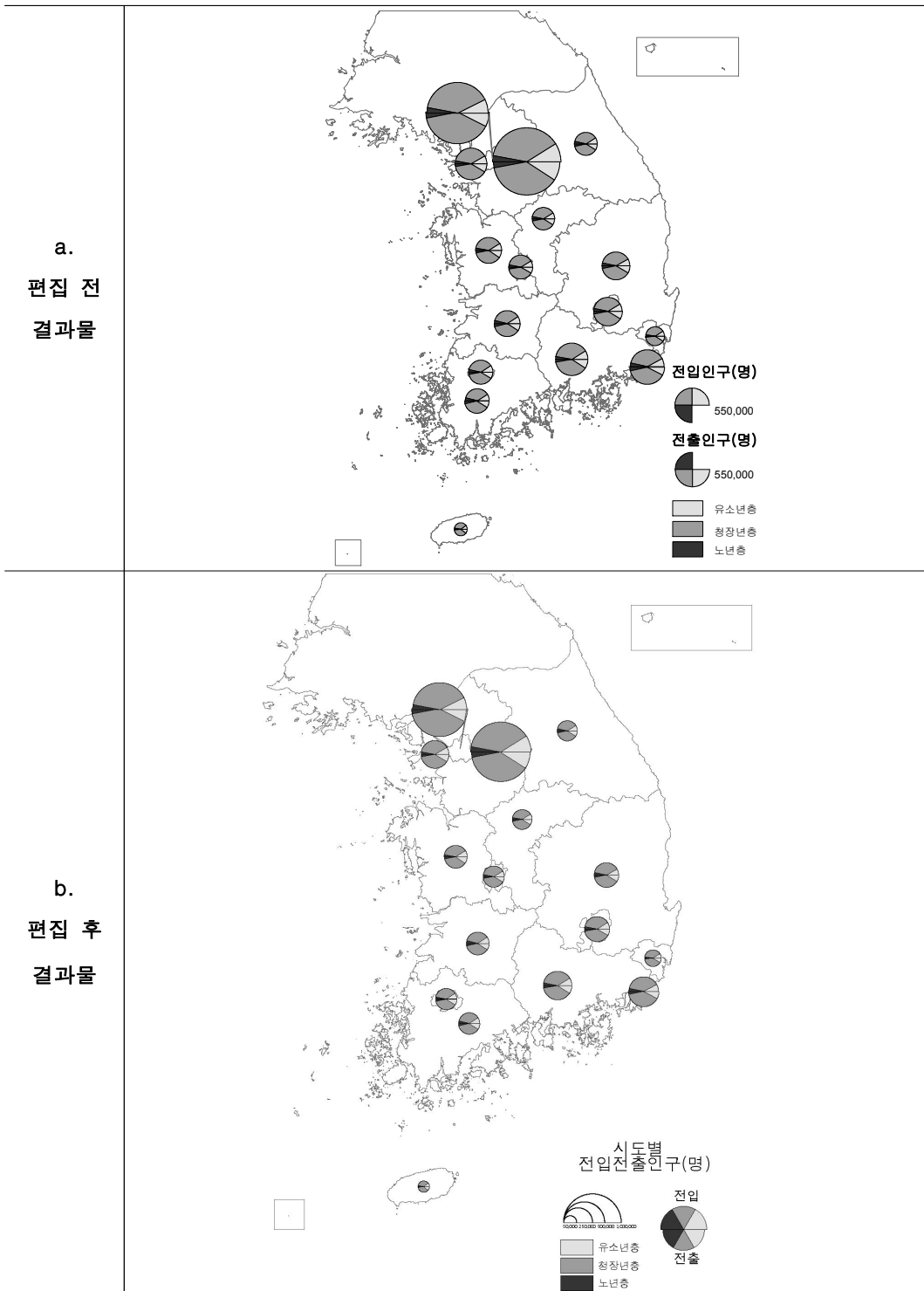
그러나 앞서 살펴보았듯이 원 그래프 제작 시 문제가 되는 것이 범례에 원 기호가 하나의 값만 제시된다는 점이다. 따라서 지도 이용자에게 정확한 정보를 전달하고 지도의 구성 요소를 갖추기 위해서는 배율 심볼(proportional symbol)을 생성하여 범례를 추가적으로 제작해야 한다.

범례 삽입 기능을 이용하여 자동으로 범례를 생성할 경우, 범례에 제시되는 표준원의 크기는 원 그래프의 크기를 설정하는 과정에서 지정한 심볼 크기에 따라 자료를 나타낸다. 예를 들어 <그림 41>에서 전입합 또는 전출합

자료를 나타내는 원 그래프의 크기를 12로 설정했을 때, 자료의 최솟값을 12로 나타낸다는 것이므로 이를 기준으로 S/W에서 자동으로 배율을 계산하여 원 그래프가 제작된다. 그러므로 배율 심볼을 생성할 때도 원 그래프의 크기와 동일한 크기를 적용해야 한다(그림 42a, 그림 42b). 그리고 범례 삽입 기능을 이용하여 범례를 추가하고, 범례 유형을 포섭형(nested with heading)으로 나타내면 원 그래프 제작 시 발생하는 범례 표현의 문제를 해결할 수 있다(그림 42c, 그림 42d). 위와 같은 제작 과정을 거쳐 각 변수별 자료의 크기가 유사한 전출입 자료를 반원형 도형표현도로 나타낼 수 있다(그림 43).



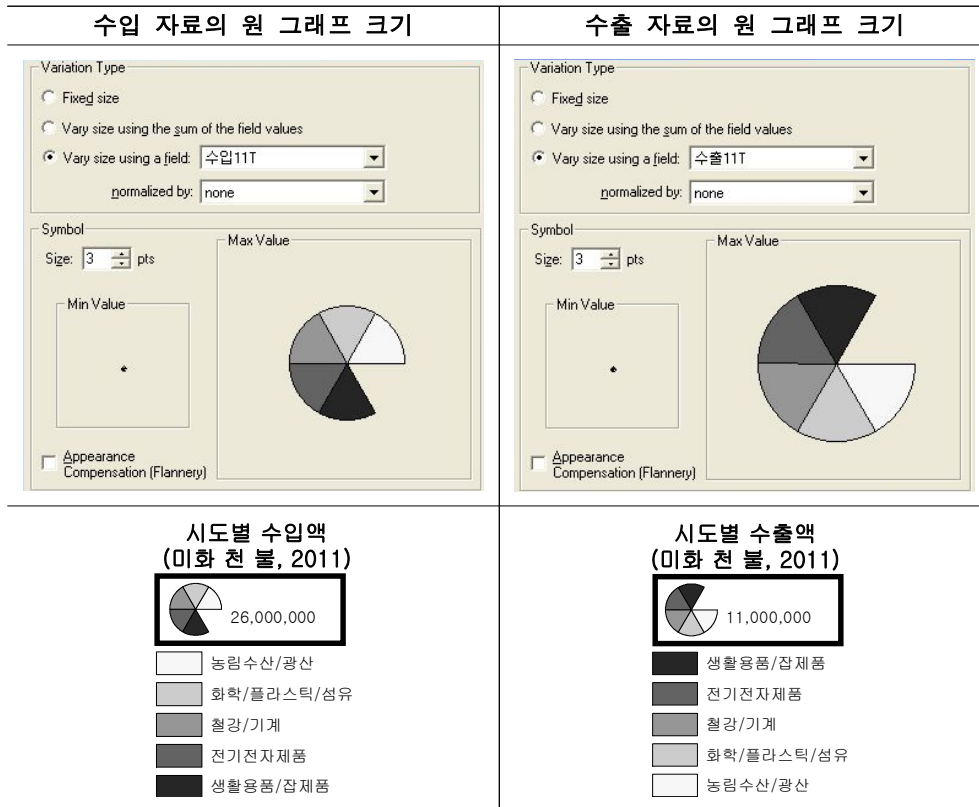
<그림 42> 반원형 도형표현도의 범례 생성 과정



<그림 43> 전출입 인구 반원형 도형표현도 결과물

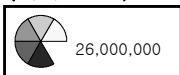
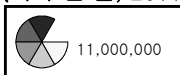
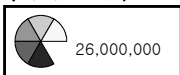

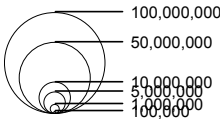
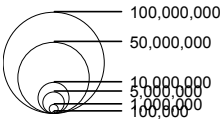
그러나 원 그래프의 크기를 동일하게 설정하더라도 범례의 표준원이 제시하는 값이 상이한 경우가 있다(그림 44). 이 경우에는 원 그래프의 크기를 계산하여 표준원이 제시하는 값을 일치시켜야 하며 범례 제작 시에도 이를 고려해야 한다. 이러한 제작 과정을 보다 구체적으로 살펴보기 위해 품목별 수출입 금액을 사례로 들어 설명하도록 하겠다.

먼저 품목별 수출입 금액과 이를 합산한 전체 수입액, 전체 수출액 자료를 바탕으로 데이터베이스를 구축한다. 그리고 앞서 설명한 제작 과정에 따라 각 자료의 필드를 추가하여 원 그래프를 생성하고, 총계 자료의 값에 따라 그래프의 크기가 달라지도록 설정한다.



<그림 44> 원 그래프의 자료 값이 일치하지 않을 경우

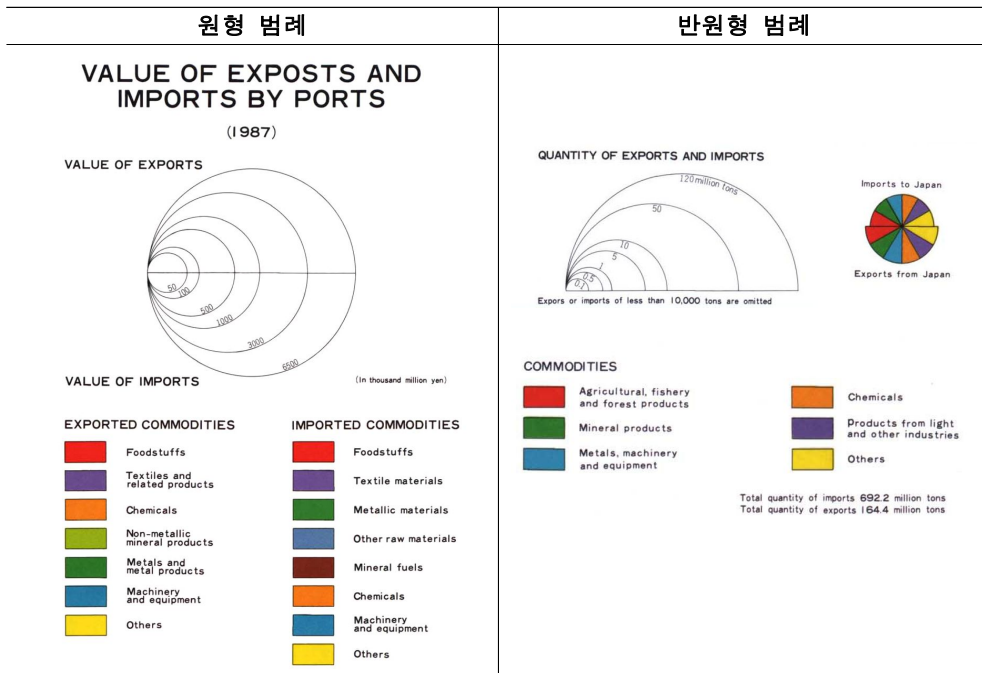
다음으로 전체 원 그래프의 크기를 설정할 때 두 변수를 나타내는 원 그래프가 자료에 비례하도록 크기를 일치시켜 주어야 한다. <그림 44>에서 수입과 수출을 나타내는 원 그래프의 크기를 3으로 설정했을 경우 범례에 제시된 수입액의 표준원은 자료값 26,000,000을 나타내며, 수출액의 표준원은 자료값 11,000,000을 나타낸다<sup>51)</sup>. 그러므로 제공된 법에 따라 수출 원 그래프의 크기를 2로 설정하고, 수입 원 그래프의 크기를 수출 원 그래프의 크기보다 1.53배 더 크게 나타내면 수입액과 수출액의 표준원이 제시하는 값이 서로 같아진다. 이와 같이 각 자료의 크기가 유사하지 않은 경우, 범례에 제시되는 표준 원 그래프의 자료 값을 서로 일치시킨 후 배율 심볼을 이용하여 범례를 생성해야 한다(그림 45).

	수입	수출
원그래프의 크기가 동일할 때 수입 : 3pt 수출 : 3pt	<p>시도별 수입액 (미화 천 불, 2011)</p>  <p>26,000,000</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>농림수산/광산</li> <li>화학/플라스틱/섬유</li> <li>철강/기계</li> <li>전기전자제품</li> <li>생활용품/잡제품</li> </ul>	<p>시도별 수출액 (미화 천 불, 2011)</p>  <p>11,000,000</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>생활용품/잡제품</li> <li>전기전자제품</li> <li>철강/기계</li> <li>화학/플라스틱/섬유</li> <li>농림수산/광산</li> </ul>
원 그래프의 크기를 조정하였을 때 수입 : 3pt 수출 : 2pt	<p>시도별 수입액 (미화 천 불, 2011)</p>  <p>26,000,000</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>농림수산/광산</li> <li>화학/플라스틱/섬유</li> <li>철강/기계</li> <li>전기전자제품</li> <li>생활용품/잡제품</li> </ul>	<p>시도별 수출액 (미화 천 불, 2011)</p>  <p>26,000,000</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>생활용품/잡제품</li> <li>전기전자제품</li> <li>철강/기계</li> <li>화학/플라스틱/섬유</li> <li>농림수산/광산</li> </ul>
원그래프 크기 조정 후 범례 생성 결과 수입 : 3pt 수출 : 2pt	<p>시도별 수입액 (미화 천 불, 2011)</p> <p>수입11T</p>  <p>100,000,000 50,000,000 10,000,000 5,000,000 100,000</p>	<p>시도별 수출액 (미화 천 불, 2011)</p> <p>수출11T</p>  <p>100,000,000 50,000,000 10,000,000 5,000,000 100,000</p>

<그림 45> 원 그래프의 자료 값이 일치하지 않을 경우 범례의 조정

51) 수입액과 수출액의 단위는 천 불임.

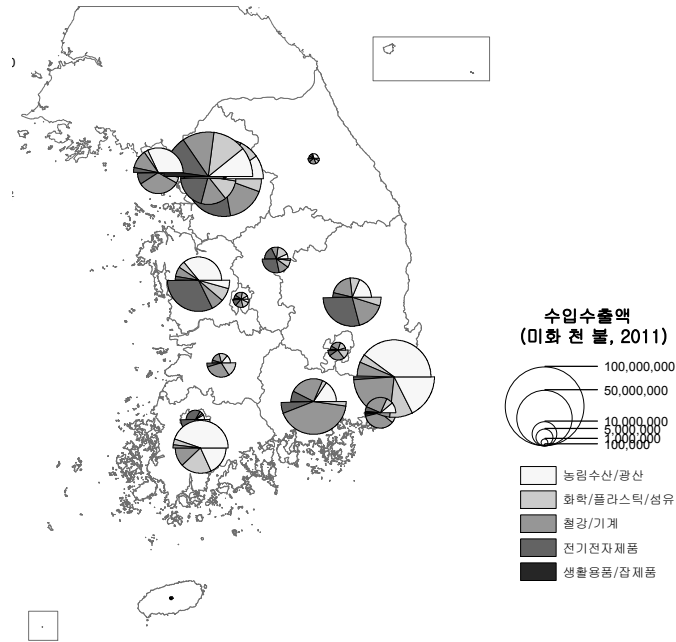
위와 같은 과정을 거쳐 품목별 수입 수출액을 비교하기 위한 반원형 도형 표현도를 제작할 수 있으며, 범례는 반원형 또는 원형의 두 가지 방법으로 나타낼 수 있다(그림 46). 그러나 반원형으로 범례를 표현하고자 할 경우에는 자료값 표기에 주의를 기울여야 한다. 왜냐하면 배율 심볼을 이용하여 범례를 나타낼 때는 반원이 아닌 원 기호에 해당하는 자료 값이 표기되기 때문에 반원으로 나타내기 위해서는 자료 값 역시 절반으로 표기해야 한다. 본 연구에서는 GIS 소프트웨어에서 반원형 범례의 구현이 불가능하므로 원형 범례를 생성하여 1차 결과물을 산출한 뒤(그림 47a), 편집을 통해 반원형 범례로 제작하였다(그림 47b).



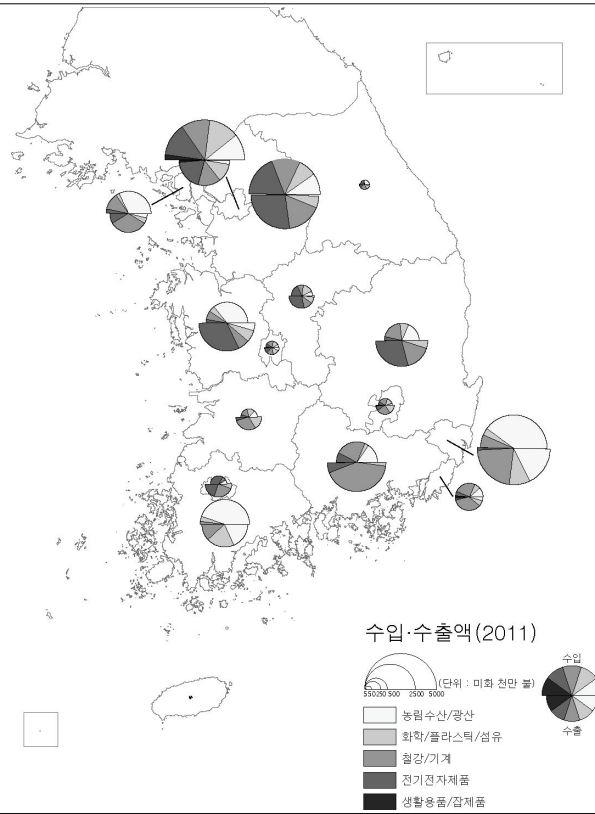
<그림 46> 반원형 도형표현도 제작 시 범례의 유형

(출처 : 일본국토지리원, 1990)

a.  
편집 전  
결과물

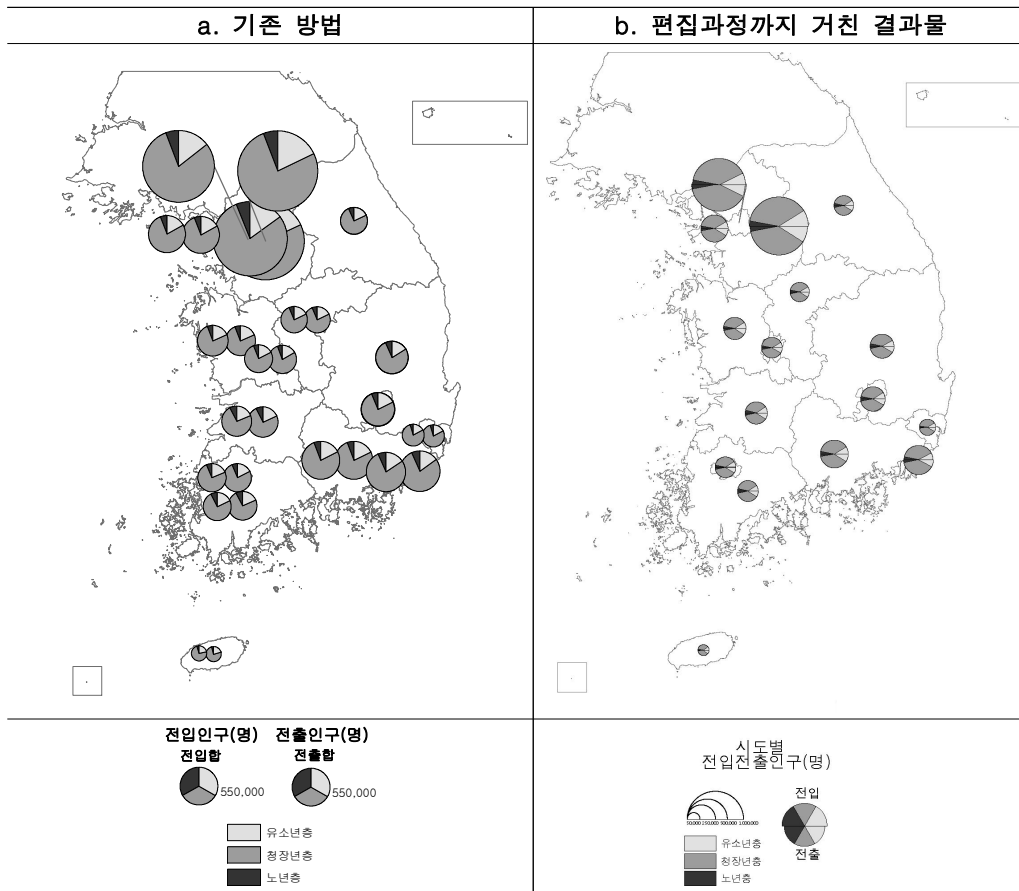


b.  
편집 후  
결과물



<그림 47> 수출입액 반원형 도형표현도 결과물

### 3) 기존 방법과 제안 방법과의 비교



<그림 48> 반원형 도형표현도 제작 결과 비교

GIS 소프트웨어를 이용하여 다변량 자료를 나타내는 방법에는 원 그래프나 막대 그래프를 변량별로 각각 제작한 후, 편집을 통해 나란히 배열하여 나타낼 수밖에 없다(그림 48a). 그러나 이러한 방법은 많은 양의 자료를 나타낼 때 제시해야 하는 그래프 수가 많아지기 때문에 가독성이 떨어진다. 뿐만 아니라 1차원의 막대 그래프로 표현할 경우, 앞에서 언급한 바와 같이 선형으로 비례하여 척도화 되기 때문에 길이가 증가하여 그래프 간에 서로 겹치는 문제가 발생한다. 또한 원 그래프는 전체에 대한 각 부분의 비율 관계를 보여주는데 효과적이지만 연도별·종류별 대비 및 자료 간의 정확한 관계를

비교하기 어렵다.

한편 제안 방법을 적용하여 다변수를 나타내는 반원형 도형표현도를 제작할 경우, 두 개의 변수를 반원으로 병기하여 나타냄으로써 반원의 크기 차이를 통해 전체 자료의 상대적인 비교가 가능하다. 또한 반원을 구성하는 다변수가 서로 독립적인 특성을 가지고 있어 각 변량을 구성하는 항목들 간의 비중을 동시에 비교할 수 있다. 따라서 자료 사이의 상관관계 파악에 용이하고 자료 대비에 효율적인 제작 기법이라고 할 수 있다(그림 48b).

하지만 원 그래프의 크기가 면적에 비례하여 커지기 때문에 지도상에 많은 공간을 필요로 하며, 자료의 최솟값과 최댓값의 편차가 지나치게 클 경우 전체 원 그래프의 크기 차이 역시 크게 나타난다. 이러한 문제를 해결하기 위해 원의 크기를 줄여 표현할 경우, 자료 값이 적은 지역의 원 그래프는 식별하기 어려울 정도로 작아진다는 문제가 있다. 이는 <그림 47>에서 제시한 수출입액 반원형 도형표현도에서도 확인할 수 있는데, 제주도의 자료값이 적어 식별하기 어려울 정도로 원 그래프가 작게 표현된 것을 알 수 있다. 따라서 반원형 도형표현도 제작 시에는 전체 도형의 크기가 잘 구별될 수 있도록 적절한 크기를 선정해야 하며, 변수가 너무 많지 않도록 유의해야 한다.

이 외에도 소프트웨어로 생성된 범례의 표준원이 제시하는 자료값의 일치 여부를 면밀히 살펴보아야 할 것이며, 일치하지 않을 경우 표준 원 그래프의 자료값을 통일시킨 후 반원으로 나타내야 두 변량의 비교가 가능하다는 사실을 고려해야 한다. 또한 소프트웨어 상에서는 반원형 범례의 표현이 불가능하므로 편집을 통해 수정하는 과정이 필요한데 이 때 배율 심볼로 생성된 자료 값을 그대로 표기하지 않도록 주의해야 한다. 위와 같은 유의사항들을 고려한다면 기존 방법으로는 구현이 불가능하였던 반원형 도형표현도를 제작할 수 있다.

## VI. 결론

오늘날 GIS 소프트웨어의 보급화는 사용자 편의성, 지도 제작의 생산성과 효율성 측면에서 많은 변화를 가져왔으며 이러한 변화로 인해 누구나 손쉽게 주제도를 제작할 수 있는 환경이 조성되었다. 그러나 소프트웨어를 이용하여 제작할 수 있는 지도의 종류와 표현 방법이 제한적이며 사용자의 다양한 요구를 충족시키기에는 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 GIS 소프트웨어를 이용하여 제작 가능한 도형표현도의 범위가 제한적이라는 점에 착안하여 현재 소프트웨어에서 구현하기 곤란한 도형표현도를 선정하고, 이를 제작할 수 있는 대안적 방안을 모색하였다. 이를 위해 먼저 국내외 국가지도집(national atlas)을 대상으로 어떠한 유형의 도형표현도가 사용되고 있는지를 살펴보고, 소프트웨어의 구현 가능 여부를 파악하였다. 그 동안 도형표현도와 관련한 기존의 연구는 대체로 인지적 관점에 초점을 맞추어 진행되었고 지도 제작 측면에서의 연구는 미흡하였다. 이러한 상황에서 본 연구는 유용성이 높은 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도를 대상으로 제작 방안을 제시하였다는 점에서 기존의 연구와 차별되는 의의를 갖는다고 할 수 있다. 본 연구를 통해 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 국내외 국가지도집 사례 분석 결과 원 기호를 이용한 비례적, 점진적 도형표현도 이외에도 다양한 제작 기법이 활용되고 있으나 GIS 소프트웨어로 구현 가능한 도형표현도의 유형은 제한적이었다. 특히 일변량 자료를 표현하는 기법으로는 2차원 점묘도가 많이 사용되었으며, 다변량 자료에는 반원형 도형표현도의 사용빈도가 높은 것으로 나타났다. 그러나 이러한 유형의 도형표현도는 현재 GIS 소프트웨어에서는 구현하기 어려우며 이를 제작할 수 있는 스크립트 또는 익스텐션 역시 부재한 것으로 확인되었다.

둘째, GIS 소프트웨어의 기본적인 제작 옵션으로는 구현이 곤란하여 편집

소프트웨어에 전적으로 의존하여 제작할 수밖에 없던 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도를 본 연구에서 제안한 방법을 적용하여 구현이 가능함을 제시하였다. 그러나 보다 완성도 높은 고품질의 지도를 생산하기 위해서는 편집 소프트웨어를 이용한 추가적인 편집 과정이 불가피하다. 즉, 제안 방법을 적용하여 GIS 소프트웨어로 중간 결과물을 제작하되 도형의 위치를 정렬하고 색상을 변경하는 일련의 편집 과정이 요구된다. 하지만 본 연구에서 제안한 방법을 적용함으로써 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도를 구현할 수 있으며, 최종 지도를 산출하기까지 중간 결과물의 품질을 높임으로써 벡터 편집 소프트웨어를 사용하는 과정을 최소화할 수 있다.

본 연구는 2차원 점묘도와 반원형 도형표현도를 연구 대상으로 한정하여 연구를 진행하여 연구의 범위가 좁았다는 한계가 있으나 향후에는 연구 범위를 확장하여 사용자의 요구에 맞는 다양한 도형표현도를 제작할 수 있도록 제작 기법에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 뿐만 아니라 현재 GIS 소프트웨어의 지도 제작 기능의 한계점을 극복하기 위해서는 도형표현도 및 다이어그램 지도 제작에 활용할 수 있는 스크립트 또는 익스텐션 개발 등의 연구도 추가적으로 진행되어야 할 것이다.

## 참고문헌

### 1. 국내문헌

- 건설교통부·국토지리정보원, 2007, 「대한민국 국가지도집」.
- 기상청, 2011, 「한국기후표」.
- 김은정, 2010, 교과서 수록 주제도의 표현 방법 및 문제점에 관한 연구 - 7차 교육과정 한국지리 4종 교과서를 사례로-, 한국교원대학교 석사학위논문.
- 리지영·김영성, 2000, 중학교 사회과부도 지리부분의 내용과 체제비교, 국토지리학회지, 34(1), 13-25.
- 문미옥, 1998, 사회과 지도 학습에 있어 단계구분도의 인지 능력에 관한 연구, 경상대학 석사학위논문.
- 박소영, 2008, 초등학생의 도형표현도 인지 능력에 관한 연구, 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 손일, 2001a, 단계구분도의 계급구간 설정을 위한 공간적 인접성의 최적화기법에 관해, 대한지리학회지 36(4), 434-443.
- \_\_\_\_\_, 2001b, 수준별 주제도 제작을 위한 기본 지침에 관해 : 제 6차 교육과정 사회과부도와 지리부도의 분석을 통해, 한국지도학회지 1(1), 41-51.
- 신근하, 2002, 급간 분류에 따른 단계구분도 인식에 관한 연구, 한국교원대학교 석사학위논문.
- 심정복, 2007, 중학생의 도형표현도 인지 능력에 관한 연구, 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 오충원, 2007, 지도집의 구성 요소에 관한 연구, 남서울대학교 논문집, 13(4), 291-305.
- 이희연, 1995, 「지도학 - 주제도 제작의 원리와 기법」, 서울: 법문사.
- 정나아·황철수, 2006, 지리부도 구성 및 주제도에 관한 연구, 한국지도학회지, 6(1), 25-33.

- 정인철, 1998, 단계구분도 제작을 위한 최적 분류 방법에 대한 소고, 부산지리, 7, 1-12.
- 정재준, 2012, GIS 소프트웨어를 사용한 주제도 범례 설정에 관한 연구, 한국지도학회지, 12(2), 13-23.
- 조현정, 2000, 단계구분도의 색채배열에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문.
- 주추미, 1998, 고등학교 지리부도의 주제도 분석을 통한 학습 능력 향상 방안, 한국교원대학교 석사학위논문.
- 한균형, 1996, 「지도학 원론」, 서울: 민음사.
- 황철수, 2002, 단계구분도의 색채배열에 관한 연구, 한국지도학회지, 2(1), 63-70.

## 2. 국외문헌

- Alta4 Geoinformatik AG Inc., 2000, *Diagram Wizard 3.0 User-Manual*.
- Brewer, C. A. and Campbell, A. J., 1998, Beyond graduated circles : varied point symbols for representing quantitative data on maps, *Cartographic Perspectives*, 29, 6-25.
- Crawford, P. V., 1971, Perception of grey-tone symbols, *Annals of the Association of American Geographers*, 61(4), 721-735.
- Cuff, D. J. and Mattson, M. T., 1982, *Thematic maps : their design and production*, New York : Methuen.
- Dent, B. D., Torguson, J. S., and Hodler, T. W., 2009, *Cartography : thematic map design*, 6th ed, New York : McGraw-Hill Higher Education.
- Dobesova, Z. and Valent, T., 2011, Program extension for diagram maps, *Geodesy and Cartography*, 37(1), 22-28.
- Flannery, J. J., 1971, The relative effectiveness of some common

- graduated point symbols in the presentation of quantitative data, *The Canadian Cartographer*, 8(2), 96-109.
- Gilmartin, P. P., 1981, Influences of map context on circle perception, *Annals of the Association of American Geographers*, 71(2), 253-258.
- Institut für Länderkunde, 2000, *Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland - Gesellschaft und Staat*. Heidelberg, Berlin : Spektrum Akademischer Verlag GmbH, CD-ROM.
- Meihoefer, H. J., 1973, The visual perception of the circle in thematic maps : experimental results, *The Canadian Cartographer*, 10(1), 63-84.
- Nelson, E. S. 2000. Designing effective bivariate symbols: the influence of perceptual grouping processes. *Cartography and Geographic Information Science*, 27(4), 261-78.
- Schnabel, O., 2005, Map symbol brewer - a new approach for a cartographic map symbol generator, *Proceedings, 22th Conference of International Cartographic Association, Session 5, Theme 24*, Jul 9-16. La Coruna, Spain.
- Slocum, T. A., 1999, *Thematic cartography and visualization*, Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall.

### 3. 인터넷 자료

국가통계포털, <http://kosis.kr/>

대한민국 국가지도집 인터넷 서비스, <http://atlas.ngii.go.kr/>

독일 온라인 아틀라스(Nationalatlas aktuell), <http://aktuell.nationalatlas.de/>

멕시코 국립자치대학교 지리연구소,

<http://www.igeograf.unam.mx/web/sigg/publicaciones/atlas/atlas.php>

일본국토지리원, <http://www.gsi.go.jp/atlas/atlas-e-etsuran.html>

한국무역협회, <http://www.kita.net/>

ArcGIS Resources,

<http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2012/07/30/3d-spheres-style-with-png-symbols-available-for-download/> (Accessed 25. 12. 2012)

ESRI Forums, <http://forums.esri.com/Thread.asp?c=93&f=1730&t=213906>

(Accessed 25. 12. 2012)

Examples from article in Cartographic Perspectives,

[http://www.personal.psu.edu/cab38/GEOG321/07\\_point\\_symbols02/prop\\_02.html](http://www.personal.psu.edu/cab38/GEOG321/07_point_symbols02/prop_02.html) (Accessed 25. 12. 2012)

Superstructure programing for creating cartodiagrams in ArcGIS(Diagram map creator), <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/valent10/>

(Accessed 25. 12. 2012)

# ABSTRACT

## **A study on a proportional symbol mapping using an GIS Software**

Park, Gainbi  
Department of Geography  
Graduate School  
Sungshin Women's University

Thematic maps are used to represent the distribution of a particular phenomenon or the attribute information of a phenomenon happening in the space. They have been used to represent statistical data since the 19th century. The user's convenience and efficiency in the production of thematic maps have been improved owing to the development of computer technology and the pervasiveness of GIS software. However, it can be said that the diversity of cartographic techniques is rather lacking due to the limited features offered by the softwares. The proportional symbol maps that can be produced with commercial software are limited to only a few types despite of the usefulness of thematic map making. The purpose of this study is to select the types of proportional symbol maps which could not be easily made using the current software considering these factors and to suggest an alternative plan to produce them.

2D dot density maps are mainly used as the technique to represent

univariate data; circle pie map are used more frequently in the maps representing multivariate data. However, it is difficult to implement these map types using GIS software, and still difficult to produce them using the ArcGIS extension. In this research, new proportional map making methods are proposed.

First of all, to produce 2-D dot density map, one must determine the unit values for number of points and the value they represent. Then, one create the dot density map by classifying total absolute values by the unit value to rebuilt the data on attributes and selecting the size of the symbol for each unit using square root. But a map created like that poses a problem, as the symbols arbitrarily arranged add to complexity and the expression straddling administrative boundary creates the ambiguity in defining the pertinent jurisdiction. To resolve this problem, one can perform masking after one creates the buffer on the demarcation between cities and provinces, which would place symbols inside the line of demarcation and hence facilitate editing later on.

In the next segment, to produce a semi-circle pie map, one should build data on attributes by creating a field of values as sums of all variables together with data for them. And then, one adds fields for categories that constitute the variable quantities in 'Properties' for the symbols of the circle map of GIS software as well as the field for the total sum of data. This process is about equalizing the ratio of each variable and that of the field that sums up variables, and it can appropriately utilize the order and direction in displaying the fields. One can add fields first and then change to colorless the fill colors and outline colors for the symbol for the total sum to come up with semi-circle

symbols, while relative comparison becomes possible by arranging for the size of the circle pie map to vary with the aggregation of the data. But to apply these methods, the data presented by the standard semicircles need to be matched and the legend generation should be performed carefully. And also the outcome produced by the GIS software cannot be considered the final products; additional editing process is required using the editing software to enhance the completeness and to produce high-quality maps.

This study has a restriction that the subjects and scopes of the research are limited to 2D dot density map and semi-circle pie map. However, it has significance in that it can give a detailed description of the producing method of a proportional symbol map useful to represent point-related absolute quantity. Ongoing extended researches are recommended on production techniques that can be implemented to meet the needs of users in producing a variety of proportional symbol maps.