

## 우리나라 지하수 이용 형태 고찰과 합리적 활용 방안에 대한 연구

김 형 수\*

중원대학교 신재생에너지학과

### A Study on Types of Groundwater Use and Proposal for Reasonable Use in Korea

Hyoung-Soo Kim\*

JUNGWON University, Dept. of Renewable Energy

#### ABSTRACT

Groundwater accounts for more than 10% of the total water supply in Korea. However, the contribution of groundwater to public water supply systems has been poorly played role throughout the country except for Jeju Island. Compared with the groundwater uses in foreign countries, the pattern of groundwater use in Korea seems to be very deformed and unreasonable. Currently, the development and use of groundwater in Korea are mostly carried out by the individuals, and public sectors such as central and local governments are not actively involved in such activities. Private groundwater use and management will continue to cause groundwater depletion and pollution problems. It is necessary to actively enhance the role of public authorities in groundwater managements by engaging precise hydrogeological surveys and proper economic evaluation in the development and operation of groundwater sources. Also, in order to solve the problems that public water supply systems overly rely on the surface water sources, it is necessary to take policies that require the water supply companies to secure a variety of water sources.

**Key words :** Public water supply, Types of groundwater use, Sources of water intake, Groundwater policy, Korea

#### 1. 서 론

우리나라의 지하수는 과거로부터 음용과 생활용 등으로 널리 이용되어 왔으며, 현재 알려진 가장 오래된 우물은 대구 동천동과 논산 마전리 지역의 청동기 시대 유적지에서 발견된 바 있다(Kim et al, 1972; Heo, 2015). 1993년 지하수법이 제정되면서 실질적인 지하수의 적절한 개발·이용과 효율적인 보전·관리를 시행할 수 있는 기반이 준비되었으며, 그 이후 다양한 지하수 관련 자료가 주기적으로 축적됨으로써 지하수 이용 실태와 문제점 등을 해결해 나갈 수 있는 계기가 되었다.

지하수법 이전에 지하수는 기본적으로 토지 구성 성분의 일부로 토지 소유자의 소유로 인식되어왔다. 그러나 2005년 지하수법 일부개정 때 지하수를 공적자원으로 선언함으로써 지하수가 토지 소유자가 배타적으로 무한정의

사용 권한을 갖는 경제재가 아님을 밝혔다. 또한 2001년 대법원 판례(2001. 10. 23. 사건번호 99두7470)에서도 “지하수의 이용은 토지소유권에 부수하여 인정되는 권리로 보아야 할 것이지만, 그 범위를 넘어선 지하수 개발·이용은 토지소유권에 부수하는 것이 아니라 지하수의 공적수자원으로서의 성질과 기능 등을 고려”해야 함과 “동일하거나 인접한 대수층을 가진 지하수의 개발·이용은 서로 영향을 미치게 되어 후에 개발·이용의 허가를 신청한 자에게 기존 이용권자의 이익을 침해하여 배타적 개발·이용을 허용할 수는 없고, 또한 그 지하수 부존량이 풍부하여 기존 이용권자의 이익을 침해할 염려가 없다고 하더라도 그 총취수량이 적정 개발취수량을 넘는 경우에는 그 범위 내에서 제한을 받을 수밖에 없으며”라고 판시함으로써 지하수가 공물의 범주에 포함될 수 있음을 밝힌 바 있다. 그러나 이러한 법적 선언과 판례에도 불구하고

\*Corresponding author : hskim@jwu.ac.kr

Received : 2017. 9. 20 Reviewed : 2017. 10. 24 Accepted : 2017. 10. 24

Discussion until : 2017. 12. 31

“서로 영향”을 미치는 범위와 “적정 개발취수량” 산정 등에 대한 객관적 평가 방법 설정이 곤란하여, 여전히 개인 토지 소유자의 지하수 개발·이용의 범위를 제한하는 것이 쉽지 않은 실정이다.

이처럼 지하수 개발·이용과 관련된 분명한 개인의 수리권 범위 설정 등이 부족한 가운데, 2015년 12월 현재 기준, 우리나라 연간 지하수 이용량은 약 40억 9천만  $m^3$ 을 상회하고 있으며 전체 지하수공의 개수도 1,626,719개에 달한다(MOLIT and Kwater, 2016). 우리나라 연간 지하수 이용량은 전체 수자원 연간 이용량 372억  $m^3$ 의 약 11%에 해당되는 값이며 실질적인 취수가 이루어지지 않는 하천 유지용수 121억  $m^3$ 을 제외한 연간 전체 수자원 취수량 251억  $m^3$ 에 대해서는 16%를 상회하는 값이다(MOLIT, 2016). 그러나 이렇게 지하수가 중요한 국가 수자원의 역할을 담당하고 있음에도 불구하고 지하수의 개발·이용 주체는 거의 대부분 개인에 의해 이루어져 왔으며, 국민의 공공 급수를 위한 상수도용과 간이상수도(현행 수도법의 마을상수도 해당) 용도의 지하수공은 전체 지하수공 숫자 대비 1.3%에도 미치지 못하는 실정이다(MOLIT and Kwater, 2016).

본 연구는 우리나라 지하수 현재 이용 현황의 문제와 그 원인을 진단하고, 다른 국가들의 지하수 이용 현황 사례들과 비교, 분석함으로써 보다 합리적이고 효율적으로 지하수를 활용할 수 있는 방안을 제시하기 위한 목적으로 수행되었다. 특히, 우리나라 지하수가 공공 급수에 보다 많이 기여할 수 있는 방안을 제시함으로써 가능한 개인의 사적 이용을 지양하고, 공공 기관의 적극적 지하수 개발과 공급을 통해 지하수 이용과 연계된 다양한 문제의 해결책도 함께 검토하고자 하였다.

## 2. 국내외 지하수 이용 현황

### 2.1. 우리나라 지하수 이용 일반 현황

우리나라 지하수 이용 현황과 관련된 국가의 공식적인 자료는 지하수법 제정 이후 수행된 조사에 의해 처음으로 얻어졌다. 1994년 12월 기준, 약 64만공의 지하수공이 존재하는 것으로 조사되었으며, 이를 통해 약 26억  $m^3$ 의 지하수가 연간 이용되었던 것으로 보고되었다(MOCT, 1995). 이후, 지하수공 개소수와 연간 이용량은 꾸준히 증가되어 왔으며, 가장 최근 기록인 2015년 12월 기준으로 지하수공의 개소수는 약 163만공, 연간 이용량은 약 41억  $m^3$  달하는 것으로 알려져 있다(Table 1 참조; MOLIT and Kwater, 2016).

가장 최근에 발간된 2016년 지하수 조사연보는 지하수의 용도를 크게 생활용, 공업용, 농·어업용 및 기타로 구분하고 있으나 1995년부터 2006년까지 발간된 지하수 조사연보는 생활용, 공업용, 농업용 및 기타로 구분하였다. 그러나 실제 1995년부터 2006년까지 발간된 지하수 조사연보의 농업용으로 구분된 지하수에는 수산업용 및 양어장용 등이 포함되어 있으므로 현재의 용도별 구분 방식과 특별한 차이는 없다. 전반적으로 우리나라 지하수의 용도별 이용은, 생활용 지하수공의 개수가 농·어업용보다 많지만 전체 이용량에서는 생활용과 농·어업용이 비슷한 수준을 보이며, 공업용은 5% 내외의 이용량을 보여주는 특성을 지난 20년간 큰 변화 없이 보여 왔다.

### 2.2. 우리나라 지하수 공공 급수 이용 현황

우리나라에서 이용되는 지하수 중 공공 급수를 목적으로 이용되는 경우는 상수도용과 마을상수도용(2006년 수도법 개정 전의 경우는 간이상수도용에 해당)으로 이용되는 경우를 들 수 있다. 본 연구에서 공공 급수는 우선 지하수 정호의 소유권이 개인에 속하지 않으며, 다수의 가구에 공급되는 경우를 말한다. 이러한 공공 급수의 정의는 국가마다 차이가 있고 완전히 명확하게 구분되지는 않지만, 미국의 경우, 공공 급수(public supply)에 대한 통계 자료는, 적어도 25명 이상 또는 15가구 이상에 대하여 공공 및 사설 수도공급자(public and private water supplier)가 취수하여 공급하는 경우로 정하여 통계 자료를 뽑고 있다(Maupin et al., 2014).

우리나라의 지하수를 이용한 공공 급수 통계 자료는 1973년부터 발간되는 상수도 통계의 상수도 취수원 분류 방식을 이용할 수 있으며, 1997년부터는 상수도 통계와 더불어 지하수 조사 연보의 용도별 분류 자료를 활용 할 수도 있다. 다만, 상수도 통계 자료의 경우는 지방 상수도의 취수원 중 지하수를 활용하는 취수 시설에 대한 자료만이 활용가능하고, 과거 간이상수도로 불리던 현재의 마을 상수도의 경우는 취수원이 정확하게 구분되어 있지 않는 문제가 있다.

지하수 조사 연보는 1995년부터 발간되어 1994년 12월 기준의 지하수 현황 자료가 조사되었으나, 당시에는 지하수를 전술한 바와 같이 생활용, 공업용, 농업용 및 기타로 대분하였으나 이를 다시 세분하지 않아 공공 급수에 활용된 현황을 파악할 수 없었다. 이후, 1998년 지하수 조사 연보부터(1997년 12월 기준 자료) 생활용 지하수를 다시 상수도용과 간이상수도용 등으로 세분하였으므로, 지하수를 활용한 공공 급수 현황을 파악하는 것이 가능하게 되

**Table 1.** Groundwater wells and usage in Korea (1994~2015)

| Year | Division         | Sum           | Municipal sector | Industrial sector | Agricultural (and fishery) sector | Others     |
|------|------------------|---------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|------------|
| 1994 | Number of Wells  | 637,285       | 394,368          | 9,394             | 229,161                           | 4,362      |
|      | Groundwater Use* | 2,571,297,254 | 1,319,430,896    | 229,413,972       | 930,051,983                       | 92,400,408 |
| 1995 | Number of Wells  | 763,646       | 463,406          | 10,914            | 286,448                           | 2,878      |
|      | Groundwater Use* | 2,623,019,510 | 1,338,549,443    | 211,081,983       | 1,018,549,408                     | 54,838,676 |
| 1996 | Number of Wells  | 786,921       | 478,393          | 11,269            | 292,869                           | 4,390      |
|      | Groundwater Use* | 2,863,857,580 | 1,468,265,268    | 214,020,848       | 1,115,094,058                     | 66,477,406 |
| 1997 | Number of Wells  | 946,086       | 571,663          | 11,883            | 358,144                           | 4,396      |
|      | Groundwater Use* | 3,382,780,149 | 1,597,295,159    | 220,359,231       | 1,486,301,494                     | 78,824,268 |
| 1998 | Number of Wells  | 973,457       | 588,100          | 12,085            | 368,652                           | 4,620      |
|      | Groundwater Use* | 3,088,920,053 | 1,540,348,269    | 193,703,858       | 1,293,151,963                     | 61,715,962 |
| 1999 | Number of Wells  | 988,973       | 601,351          | 11,928            | 370,315                           | 5,379      |
|      | Groundwater Use* | 3,083,523,266 | 1,518,802,376    | 178,150,927       | 1,320,236,243                     | 66,333,721 |
| 2000 | Number of Wells  | 1,077,697     | 671,427          | 12,014            | 389,892                           | 4,364      |
|      | Groundwater Use* | 3,096,230,644 | 1,539,983,301    | 184,567,331       | 1,311,931,017                     | 59,748,995 |
| 2001 | Number of Wells  | 1,109,885     | 683,811          | 13,192            | 407,680                           | 5,202      |
|      | Groundwater Use* | 3,209,862,157 | 1,599,707,043    | 184,866,523       | 1,362,218,213                     | 63,070,378 |
| 2002 | Number of Wells  | 1,194,698     | 707,966          | 13,599            | 468,180                           | 4,953      |
|      | Groundwater Use* | 3,467,857,397 | 1,633,581,332    | 191,417,860       | 1,581,604,963                     | 61,253,242 |
| 2003 | Number of Wells  | 1,228,290     | 721,396          | 14,077            | 486,937                           | 5,880      |
|      | Groundwater Use* | 3,749,300,169 | 1,846,592,197    | 196,717,995       | 1,658,754,902                     | 47,235,075 |
| 2004 | Number of Wells  | 1,234,067     | 723,833          | 13,313            | 491,033                           | 5,888      |
|      | Groundwater Use* | 3,678,383,497 | 1,811,418,154    | 203,790,684       | 1,321,732,597                     | 41,442,061 |
| 2005 | Number of Wells  | 1,270,403     | 739,474          | 13,665            | 512,102                           | 5,162      |
|      | Groundwater Use* | 3,717,392,934 | 1,798,926,807    | 201,170,140       | 1,681,956,053                     | 35,339,934 |
| 2006 | Number of Wells  | 1,304,229     | 750,961          | 13,292            | 535,067                           | 4,909      |
|      | Groundwater Use* | 3,749,390,309 | 1,823,235,461    | 200,391,479       | 1,694,806,966                     | 30,956,402 |
| 2007 | Number of Wells  | 1,322,658     | 757,806          | 13,168            | 547,005                           | 4,679      |
|      | Groundwater Use* | 3,724,982,656 | 1,790,631,904    | 184,129,927       | 1,721,138,019                     | 29,082,806 |
| 2008 | Number of Wells  | 1,344,594     | 768,639          | 13,218            | 558,110                           | 4,627      |
|      | Groundwater Use* | 3,784,370,364 | 1,800,946,209    | 182,280,312       | 1,772,702,153                     | 28,441,690 |
| 2009 | Number of Wells  | 1,363,738     | 773,826          | 13,103            | 572,552                           | 4,257      |
|      | Groundwater Use* | 3,806,766,462 | 1,786,016,426    | 178,704,016       | 1,816,104,299                     | 25,941,721 |
| 2010 | Number of Wells  | 1,380,715     | 779,796          | 13,183            | 583,748                           | 3,988      |
|      | Groundwater Use* | 3,806,987,014 | 1,752,619,817    | 168,034,796       | 1,860,581,085                     | 25,751,317 |
| 2011 | Number of Wells  | 1,446,753     | 807,714          | 13,344            | 621,765                           | 3,930      |
|      | Groundwater Use* | 3,907,141,232 | 1,776,388,671    | 171,831,906       | 1,933,305,407                     | 25,615,248 |
| 2012 | Number of Wells  | 1,474,577     | 816,152          | 13,492            | 641,045                           | 3,888      |
|      | Groundwater Use* | 3,989,547,120 | 1,784,185,788    | 175,837,365       | 1,998,068,938                     | 31,455,029 |
| 2013 | Number of Wells  | 1,506,352     | 821,871          | 13,600            | 667,130                           | 3,751      |
|      | Groundwater Use* | 4,070,820,008 | 1,801,877,190    | 172,485,600       | 2,064,242,981                     | 32,214,237 |
| 2014 | Number of Wells  | 1,562,921     | 840,369          | 13,541            | 705,305                           | 3,706      |
|      | Groundwater Use* | 4,084,779,284 | 1,806,647,387    | 165,416,926       | 2,081,599,821                     | 31,115,150 |
| 2015 | Number of Wells  | 1,626,719     | 857,544          | 13,485            | 752,056                           | 3,634      |
|      | Groundwater Use* | 4,093,738,197 | 1,786,257,896    | 163,991,494       | 2,112,696,161                     | 30,792,646 |

Data sources : Groundwater Survey Annual Report (1995~2016) (\* unit : m<sup>3</sup>/year)

있다. 현재 수도법은 일반 수도를 광역상수도, 지방상수도, 수원으로 활용하고 있는 경우는 발간된 모든 상수도 통계 마을상수도로 구분하고 있으며, 광역상수도 중 지하수를 취 및 지하수 조사 연보에서 현재까지 전혀 보고된 바 없다.

**Table 2.** Design capacity of water intake facilities for public water supply in Korea according to source types (1974~2015)

| Year | Nationwide (m <sup>3</sup> /day) |              |                   |           |             | Nationwide except Jeju (m <sup>3</sup> /day) |              |                   |           |             |
|------|----------------------------------|--------------|-------------------|-----------|-------------|--|--------------|-------------------|-----------|-------------|
|      | Total                            | Stream water | Dam and reservoir | River bed | Groundwater | Total  | Stream water | Dam and reservoir | River bed | Groundwater |
| 1974 | 3,622,184                        | 2,869,890    | 311,814           | 318,510   | 121,970     | 3,524,804                                    | 2,856,090    | 311,214           | 292,500   | 65,000      |
| 1975 | 4,038,680                        | 3,223,730    | 303,680           | 389,120   | 122,150     | 3,930,790                                    | 3,210,770    | 302,180           | 348,000   | 69,840      |
| 1976 | 4,936,145                        | 3,986,600    | 348,020           | 431,675   | 169,850     | 4,802,995                                    | 3,979,790    | 338,330           | 389,425   | 95,450      |
| 1977 | 5,412,924                        | 4,337,606    | 396,703           | 495,365   | 183,250     | 5,262,401                                    | 4,331,055    | 378,451           | 459,175   | 93,720      |
| 1978 | 5,287,027                        | 4,245,761    | 408,457           | 477,785   | 155,024     | 5,145,875                                    | 4,239,210    | 397,860           | 442,015   | 66,790      |
| 1979 | 6,185,754                        | 4,902,670    | 461,837           | 607,850   | 213,397     | 5,999,927                                    | 4,883,640    | 460,937           | 585,250   | 70,100      |
| 1980 | 6,755,828                        | 5,266,830    | 620,480           | 640,790   | 227,728     | 6,544,190                                    | 5,248,300    | 620,480           | 618,690   | 56,720      |
| 1981 | 7,507,530                        | 5,720,790    | 742,040           | 817,740   | 226,960     | 7,288,731                                    | 5,705,200    | 742,040           | 795,640   | 45,851      |
| 1982 | 8,075,530                        | 3,566,670    | 3,467,350         | 912,330   | 129,180     | 7,966,630                                    | 3,556,300    | 3,466,400         | 889,330   | 54,600      |
| 1983 | 8,386,050                        | 3,527,890    | 3,631,580         | 1,099,430 | 127,150     | 8,268,650                                    | 3,520,650    | 3,624,330         | 1,075,430 | 48,240      |
| 1984 | 9,497,770                        | 4,371,890    | 3,769,950         | 1,215,980 | 139,950     | 9,367,070                                    | 4,357,350    | 3,769,550         | 1,183,930 | 56,240      |
| 1985 | 10,214,250                       | 4,779,740    | 4,009,700         | 1,283,710 | 141,100     | 10,079,750                                   | 4,764,700    | 4,009,300         | 1,248,660 | 57,090      |
| 1986 | 11,504,640                       | 5,724,670    | 4,212,300         | 1,419,460 | 148,210     | 11,365,820                                   | 5,694,720    | 4,211,900         | 1,398,460 | 60,740      |
| 1987 | 12,613,260                       | 6,454,450    | 4,520,050         | 1,473,410 | 165,350     | 12,466,060                                   | 6,422,420    | 4,519,650         | 1,450,410 | 73,580      |
| 1988 | 14,441,530                       | 7,267,230    | 5,557,640         | 1,422,010 | 194,650     | 14,271,550                                   | 7,234,020    | 5,557,240         | 1,394,010 | 86,280      |
| 1989 | 15,724,620                       | 9,353,720    | 4,675,010         | 1,473,610 | 222,280     | 15,520,040                                   | 9,319,200    | 4,674,510         | 1,438,610 | 87,720      |
| 1990 | 16,273,740                       | 9,473,720    | 5,056,880         | 1,501,330 | 241,810     | 16,054,680                                   | 9,438,120    | 5,056,380         | 1,466,330 | 93,850      |
| 1991 | 16,870,460                       | 9,967,970    | 5,215,080         | 1,425,580 | 261,830     | 16,640,680                                   | 9,928,970    | 5,192,680         | 1,425,580 | 93,450      |
| 1992 | 18,787,420                       | 11,082,820   | 5,938,870         | 1,462,030 | 303,700     | 18,539,820                                   | 11,043,820   | 5,916,470         | 1,462,030 | 117,500     |
| 1993 | 20,092,870                       | 12,118,420   | 6,060,370         | 1,533,330 | 380,750     | 19,830,620                                   | 12,118,420   | 6,037,970         | 1,533,330 | 140,900     |
| 1994 | 20,967,174                       | 13,977,754   | 4,990,670         | 1,593,580 | 405,170     | 20,694,904                                   | 13,977,754   | 4,968,270         | 1,593,580 | 155,300     |
| 1995 | 21,843,570                       | 14,442,520   | 5,368,790         | 1,614,820 | 417,440     | 21,571,480                                   | 14,442,520   | 5,346,390         | 1,614,820 | 167,750     |
| 1996 | 22,379,120                       | 16,525,670   | 3,825,790         | 1,565,170 | 462,490     | 22,065,630                                   | 16,525,670   | 3,803,390         | 1,565,170 | 171,400     |
| 1997 | 23,963,680                       | 17,646,970   | 4,321,550         | 1,502,970 | 492,190     | 23,625,390                                   | 17,646,970   | 4,299,150         | 1,502,970 | 176,300     |
| 1998 | 26,106,716                       | 15,816,704   | 8,057,230         | 1,760,172 | 472,610     | 25,765,366                                   | 15,816,704   | 8,034,830         | 1,760,172 | 153,660     |
| 1999 | 27,430,439                       | 15,071,220   | 10,080,337        | 1,792,402 | 486,480     | 27,078,639                                   | 15,071,220   | 10,057,937        | 1,792,402 | 157,080     |
| 2000 | 27,604,709                       | 15,146,220   | 9,951,887         | 1,887,722 | 618,880     | 27,117,909                                   | 15,146,220   | 9,929,487         | 1,887,722 | 154,480     |
| 2001 | 29,319,801                       | 15,257,450   | 11,682,499        | 1,779,092 | 600,760     | 28,837,301                                   | 15,257,450   | 11,660,399        | 1,779,092 | 140,360     |
| 2002 | 30,183,629                       | 14,968,110   | 12,752,517        | 1,864,042 | 598,960     | 29,702,329                                   | 14,968,110   | 12,730,417        | 1,864,042 | 139,760     |
| 2003 | 29,236,993                       | 14,484,750   | 12,360,031        | 1,786,602 | 605,610     | 28,756,393                                   | 14,484,750   | 12,337,431        | 1,786,602 | 147,610     |
| 2004 | 36,722,214                       | 17,153,450   | 17,125,380        | 1,889,276 | 554,108     | 36,259,836                                   | 17,153,450   | 17,101,930        | 1,889,276 | 115,180     |
| 2005 | 36,908,030                       | 17,182,650   | 17,308,640        | 1,851,752 | 564,988     | 36,455,652                                   | 17,182,650   | 17,287,190        | 1,851,752 | 134,060     |
| 2006 | 37,943,592                       | 16,653,550   | 19,057,170        | 1,695,452 | 537,420     | 37,512,742                                   | 16,653,550   | 19,042,170        | 1,695,452 | 121,570     |
| 2007 | 37,018,368                       | 17,342,150   | 17,182,086        | 1,967,442 | 526,690     | 36,588,868                                   | 17,342,150   | 17,167,086        | 1,967,442 | 112,190     |
| 2008 | 38,696,886                       | 17,851,650   | 16,641,646        | 3,687,400 | 516,190     | 38,272,286                                   | 17,851,650   | 16,626,646        | 3,687,400 | 106,590     |
| 2009 | 37,521,802                       | 18,017,500   | 16,895,833        | 2,004,514 | 603,955     | 37,009,177                                   | 18,017,500   | 16,880,833        | 2,004,514 | 106,330     |
| 2010 | 36,924,745                       | 17,649,420   | 17,046,846        | 1,621,364 | 607,115     | 36,413,620                                   | 17,649,420   | 17,031,846        | 1,621,364 | 110,990     |
| 2011 | 37,159,830                       | 18,570,520   | 16,419,761        | 1,567,184 | 602,365     | 36,651,005                                   | 18,570,520   | 16,404,761        | 1,567,184 | 108,540     |
| 2012 | 37,076,050                       | 18,135,520   | 16,420,111        | 1,984,824 | 535,595     | 36,623,225                                   | 18,135,520   | 16,405,111        | 1,984,824 | 97,770      |
| 2013 | 37,181,673                       | 18,569,020   | 16,452,206        | 1,626,452 | 533,995     | 36,728,848                                   | 18,569,020   | 16,437,206        | 1,626,452 | 96,170      |
| 2014 | 37,219,393                       | 18,521,520   | 16,510,406        | 1,656,412 | 531,055     | 36,758,668                                   | 18,521,520   | 16,495,406        | 1,656,412 | 85,330      |
| 2015 | 32,591,219                       | 14,668,020   | 15,683,690        | 1,667,362 | 572,147     | 31,826,366                                   | 14,668,020   | 15,385,594        | 1,667,362 | 105,390     |

The facilities for small scale (village) waterworks are not included in the table.

건설부, 환경부 등이 발간한 상수도 통계 자료에 의한 1974년부터 현재까지 지난 42년간 파악된 수도 취수원별 현황을 보면, 전체 취수 시설은 약 10배 증가한 반면 지하수 취수시설은 약 4.5배 내외 증가하였고, 제주도를 제외할 경우 지하수 취수시설은 2배 증가에도 미치지 못하고 있음을 알 수 있다(Table 2). Table 2는 기본적으로 지방 상수도에 대한 취수 시설의 일일 설계 용량을 기준으로 작성된 값으로 제주도 지역의 특수성을 감안하여 “전국단위”와 “제주도를 제외한 경우”로 구분되어 있다.

한편 수도취수원별 연간 취수량에 대한 자료가 제공되기 시작한 2006년부터 취수원 형태별 지방상수도의 연간 취수량(Table 3)은 Table 2와 마찬가지로 전국단위와 제주도를 제외한 경우로 구분되어 있다. Table 2와 3에서 제주도를 제외한 경우를 별도로 구분하여 제시한 이유는, 다른 지역과 달리 제주도의 경우 거의 100%에 가까운 수도 취수원이 지하수의 형태인 특수성을 보여주고 있고 또한 제주도 특별법에 따라 지하수와 관련된 사항이 지하수법에 우선하여 적용되고 있는 점을 감안한 것이다.

Table 4와 Table 5는 지하수 조사 연보의 자료를 활용하여 분석된 1997년부터 현재까지의 전체 지하수 이용량 중 공공 급수로 공급된 지하수의 현황을 보여주며, 공공 급수는 지하수 조사 연보에서 상수도용과 간이상수도(현재 마을상수도)용으로 분류된 값을 활용하였다. 전술한 전체 수도 취수원에 대한 경우와 유사하게 전국과 제주도를 제외한 경우로 구분하였다. 상수도 통계를 활용한 지하수 공공 급수량과 지하수 조사연보를 활용한 지하수 공공 취수량의 차이는 상수도 통계의 경우 지방상수도에 대한 자료만이 제공되어 간이 상수도 취수량이 포함되지 않지만 지하수 조사 연보의 경우 간이상수도가 포함되고 신고된 최종 이용량을 중심으로 자료가 수집된 것에서 기인하는 것으로 판단된다.

가장 최근의 자료인 2016년 상수도 통계(2015년 12월 기준; MOE, 2016)를 활용하였을 경우, 지방상수도 전체 설계 취수량 대비 지하수 설계 취수량의 비율은 전국의 경우 1.75%, 제주도를 제외한 경우 0.33%이며, 연간 총 취수량에 대한 비율은 전국의 경우 2.58%, 제주도를 제외

**Table 3.** Amount of water withdrawals for public water supply in Korea according to source types

| Year | Nationwide (m <sup>3</sup> /year) |               |             |                   |             |
|------|-----------------------------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|
|      | Total                             | Stream water  | River Bed   | Dam and Reservoir | Groundwater |
| 2006 | 7,197,710,248                     | 3,174,404,338 | 398,699,174 | 3,532,780,389     | 91,826,347  |
| 2007 | 6,848,262,170                     | 3,174,586,661 | 416,995,014 | 3,166,240,855     | 90,439,640  |
| 2008 | 6,927,782,882                     | 3,206,528,121 | 433,131,672 | 3,199,167,735     | 88,955,354  |
| 2009 | 6,827,601,532                     | 3,154,472,643 | 416,680,957 | 3,166,178,136     | 90,269,796  |
| 2010 | 7,161,538,444                     | 3,267,408,540 | 463,035,976 | 3,338,529,169     | 92,564,759  |
| 2011 | 7,072,192,779                     | 3,252,916,840 | 473,589,397 | 3,250,074,884     | 95,611,658  |
| 2012 | 7,175,476,828                     | 3,270,031,592 | 441,963,310 | 3,408,552,519     | 97,632,086  |
| 2013 | 7,280,234,693                     | 3,256,281,596 | 433,628,467 | 3,488,067,802     | 102,256,828 |
| 2014 | 7,299,609,537                     | 3,234,740,521 | 437,204,190 | 3,464,794,372     | 162,870,454 |
| 2015 | 6,551,977,442                     | 2,598,593,373 | 450,553,444 | 3,333,240,316     | 169,590,309 |

| Year | Nationwide except Jeju (m <sup>3</sup> /year) |               |             |                   |             |
|------|---|---------------|-------------|-------------------|-------------|
|      | Total   | Stream water  | River Bed   | Dam and Reservoir | Groundwater |
| 2006 | 7,128,358,438                                 | 3,174,404,338 | 398,699,174 | 3,530,327,389     | 24,927,537  |
| 2007 | 6,778,760,210                                 | 3,174,586,661 | 416,995,014 | 3,163,809,855     | 23,368,680  |
| 2008 | 6,858,098,362                                 | 3,206,528,121 | 433,131,672 | 3,197,255,500     | 21,183,069  |
| 2009 | 6,756,063,262                                 | 3,154,472,643 | 416,680,957 | 3,164,266,786     | 20,642,876  |
| 2010 | 7,088,443,774                                 | 3,267,408,540 | 463,035,976 | 3,336,595,720     | 21,403,538  |
| 2011 | 6,996,125,889                                 | 3,252,916,840 | 473,589,397 | 3,248,065,227     | 21,554,425  |
| 2012 | 7,097,609,347                                 | 3,270,031,592 | 441,963,310 | 3,406,482,963     | 21,834,161  |
| 2013 | 7,197,870,558                                 | 3,256,281,596 | 433,628,467 | 3,486,297,191     | 21,663,304  |
| 2014 | 7,149,552,967                                 | 3,234,740,521 | 437,204,190 | 3,459,368,940     | 18,239,316  |
| 2015 | 6,396,318,075                                 | 2,598,593,373 | 450,553,444 | 3,327,719,216     | 19,452,042  |

The amounts of water withdrawals by small scale (village) waterworks are not included in the table.

**Table 4.** Public water supply using groundwater sources in Korea (Nationwide)

| Year | Total Groundwater Use in Korea (m <sup>3</sup> /year) | Sum of groundwater used in public water supply (m <sup>3</sup> /year) | Groundwater used in public water supply for local scale (m <sup>3</sup> /year) | Groundwater used in public water supply for small scale (m <sup>3</sup> /year) | Public water supply ratio in Groudwater use (%) |
|------|---|---|--|--|---|
| 1997 | 3,243,369,046   | 286,660,918   | 114,132,068  | 172,528,850  | 8.84%   |
| 1998 | 3,088,920,053   | 227,960,701   | 55,927,503   | 172,033,198  | 7.38%   |
| 1999 | 3,083,523,266   | 224,823,980   | 59,121,297   | 165,702,683  | 7.29%   |
| 2000 | 3,096,230,644   | 244,588,435   | 66,182,915   | 178,405,520  | 7.90%   |
| 2001 | 3,209,862,157   | 246,131,995   | 66,438,116   | 179,693,879  | 7.67%   |
| 2002 | 3,467,857,397   | 221,625,442   | 65,220,663   | 156,404,779  | 6.39%   |
| 2003 | 3,749,300,169   | 223,386,914   | 67,053,401   | 156,333,513  | 5.96%   |
| 2004 | 3,678,383,496   | 229,463,744   | 67,698,613   | 161,765,131  | 6.24%   |
| 2005 | 3,717,392,934   | 230,972,834   | 64,185,681   | 166,787,153  | 6.21%   |
| 2006 | 3,749,390,308   | 271,544,440   | 97,649,590   | 173,894,850  | 7.24%   |
| 2007 | 3,724,982,656   | 265,843,182   | 86,240,139   | 179,603,043  | 7.14%   |
| 2008 | 3,784,370,364   | 271,682,543   | 86,537,636   | 185,144,907  | 7.18%   |
| 2009 | 3,806,766,462   | 277,970,500   | 90,868,653   | 187,101,847  | 7.30%   |
| 2010 | 3,806,987,015   | 288,996,146   | 80,878,334   | 208,117,812  | 7.59%   |
| 2011 | 3,907,141,232   | 286,987,228   | 81,521,550   | 205,465,678  | 7.35%   |
| 2012 | 3,989,547,120   | 291,345,863   | 81,356,018   | 209,989,845  | 7.30%   |
| 2013 | 4,070,820,008   | 333,432,102   | 125,683,847  | 207,748,255  | 8.19%   |
| 2014 | 4,084,779,284   | 349,374,034   | 144,784,357  | 204,589,677  | 8.55%   |
| 2015 | 4,093,738,197   | 348,594,199   | 146,719,805  | 201,874,394  | 8.52%   |

**Table 5.** Public water supply using groundwater sources in Korea (Nationwide except Jeju)

| Year | Total Groundwater Use in Korea (m <sup>3</sup> /year) | Sum of groundwater used in public water supply (m <sup>3</sup> /year) | Groundwater used in public water supply for local scale (m <sup>3</sup> /year) | Groundwater used in public water supply for small scale (m <sup>3</sup> /year) | Public water supply ratio in Groudwater use (%) |
|------|---|---|--|--|---|
| 1997 | 3,071,170,815   | 218,911,093   | 46,535,243   | 172,375,850  | 7.13%   |
| 1998 | 3,002,763,543   | 202,929,300   | 30,896,102   | 172,033,198  | 6.76%   |
| 1999 | 2,970,819,245   | 191,873,180   | 26,170,497   | 165,702,683  | 6.46%   |
| 2000 | 2,975,029,199   | 204,127,820   | 25,722,300   | 178,405,520  | 6.86%   |
| 2001 | 3,081,971,961   | 205,787,450   | 26,093,571   | 179,693,879  | 6.68%   |
| 2002 | 3,333,810,056   | 180,727,922   | 24,323,143   | 156,404,779  | 5.42%   |
| 2003 | 3,618,334,711   | 184,306,364   | 27,972,851   | 156,333,513  | 5.09%   |
| 2004 | 3,536,168,993   | 188,485,254   | 26,882,123   | 161,603,131  | 5.33%   |
| 2005 | 3,555,070,991   | 192,892,059   | 26,266,906   | 166,625,153  | 5.43%   |
| 2006 | 3,552,949,036   | 198,588,989   | 24,694,139   | 173,894,850  | 5.59%   |
| 2007 | 3,529,797,454   | 202,260,082   | 22,657,039   | 179,603,043  | 5.73%   |
| 2008 | 3,589,100,162   | 208,014,443   | 22,869,536   | 185,144,907  | 5.80%   |
| 2009 | 3,599,582,828   | 212,020,498   | 24,918,651   | 187,101,847  | 5.89%   |
| 2010 | 3,682,411,956   | 233,017,586   | 24,899,774   | 208,117,812  | 6.33%   |
| 2011 | 3,765,248,589   | 230,331,994   | 24,866,316   | 205,465,678  | 6.12%   |
| 2012 | 3,847,707,109   | 234,690,629   | 24,700,784   | 209,989,845  | 6.10%   |
| 2013 | 3,868,431,329   | 235,705,013   | 27,956,758   | 207,748,255  | 6.09%   |
| 2014 | 3,882,879,339   | 232,137,961   | 27,548,284   | 204,589,677  | 5.98%   |
| 2015 | 3,892,830,173   | 235,922,112   | 34,047,718   | 201,874,394  | 6.06%   |

한 경우 0.30%이다. 이러한 비율은 1970년도에 비해서 약 절반 정도로 공공 수도에서 지하수의 역할이 줄어든 사실을 보여준다. 한편 전체 지하수 중 수도 공급에 활용되는 비율은, 2016년 지하수 조사 연보(2015년 12월 기준; MOLIT and Kwater, 2016)를 기준할 때, 전국 기준 8.52%, 제주도를 제외한 경우 6.06%로 90%가 넘는 대부분의 지하수는 공적인 목적보다는 사적으로 이용되고 있음을 시사하고 있다.

### 2.3. 해외 지하수 이용 현황 및 지하수 공공 급수 이용 현황

UN 식량농업국(Food and Agriculture Organization of the United Nations)은 수집 가능한 전 세계 국가를 대상으로 수자원 통계를 제공하고 있다. Table 6은 2017년 7월 현재 UN 식량농업국이 제공하는 자료(<http://www.fao.org> 2017년 7월 접속)를 활용하여 정리된 국가별 수자원 연간 취수량 중 지하수가 차지하는 비율을 보여준다. 연간 전체 취수량은 기본적으로 지표수와 지하수 취수 그리

**Table 6.** Water withdrawal fact sheet of representative countries of the world by the source types

| Country                | Total water withdrawals | Surface water withdrawal | Groundwater withdrawal | etc*   | Groundwater ratio to total water withdrawal |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------|---|
| Republic of Korea      | 29.2                    | 25.48                    | 3.717                  | 0.1572 | 13%   |
| Afghanistan            | 20.28                   | 17.24                    | 3.042                  | -      | 15%   |
| Algeria                | 8.425                   | 4.8                      | 3                      | 0.615  | 36%   |
| Antigua and Barbuda    | 0.0115                  | 0.0037                   | 0.0007                 | 0.0071 | 6%  |
| Argentina              | 37.78                   | 26.36                    | 11.33                  | 0.0917 | 30%   |
| Armenia                | 2.941                   | 2.216                    | 0.611                  | 0.0001 | 21%   |
| Australia              | 19.75                   | NA                       | 4.962                  | 0.4948 | 25%   |
| Austria                | 3.492                   | 2.551                    | 1.115                  | 0.0022 | 32%   |
| Azerbaijan             | 11.97                   | 10.79                    | 0.707                  | -      | 6%  |
| Bahrain                | 0.3574                  | 0                        | 0.2387                 | 0.1184 | 67%   |
| Bangladesh             | 35.87                   | 7.39                     | 28.48                  | -      | 79%   |
| Belarus                | 1.514                   | 0.663                    | 0.851                  | -      | 56%   |
| Belgium                | 6.005                   | 5.39                     | 0.6125                 | 0.003  | 10%   |
| Benin                  | 0.13                    | 0.089                    | 0.041                  | -      | 32%   |
| Bhutan                 | 0.338                   | 0.3379                   | 0                      | 0.0001 | 0%  |
| Bosnia and Herzegovina | 0.3279                  | 0.1816                   | 0.1463                 | -      | 45%   |
| Botswana               | 0.194                   | 0.064                    | 0.13                   | -      | 67%   |
| Bulgaria               | 5.468                   | 4.91                     | 0.558                  | -      | 10%   |
| Burkina Faso           | 0.818                   | NA                       | 0.011                  | 0.0013 | 1%  |
| Canada                 | 38.8                    | 40.34                    | 1.871                  | 0.0027 | 5%  |
| Chile                  | 35.43                   | 32.59                    | 2.778                  | 0.0645 | 8%  |
| China                  | 607.8                   | 490.2                    | 112.6                  | 3.8709 | 19%   |
| Colombia               | 11.77                   | 10.69                    | 1.073                  | -      | 9%  |
| Congo                  | 0.046                   | 0.022                    | 0.024                  | -      | 52%   |
| Costa Rica             | 2.35                    | 1.554                    | 0.7933                 | 0.0031 | 34%   |
| Croatia                | 0.6338                  | 0.1894                   | 0.4444                 | -      | 70%   |
| Cuba                   | 6.959                   | 4.314                    | 2.644                  | 0.0004 | 38%   |
| Cyprus                 | 0.2533                  | 0.0668                   | 0.14                   | 0.0555 | 55%   |
| Czechia                | 1.65                    | 1.279                    | 0.3713                 | 0.0002 | 23%   |
| Denmark                | 0.652                   | 0.008                    | 0.629                  | 0.015  | 96%   |
| Djibouti               | 0.019                   | 0.001                    | 0.018                  | 0.0002 | 95%   |
| Dominica               | 0.02                    | 0.02                     | 0                      | -      | 0%  |
| Dominican Republic     | 7.156                   | NA                       | 0.386                  | -      | 5%  |
| Egypt                  | 78                      | NA                       | 8.045                  | 4.2    | 10%   |
| El Salvador            | 2.118                   | 1.483                    | 0.635                  | 0.0001 | 30%   |
| Estonia                | 1.72                    | 1.521                    | 0.199                  | -      | 12%   |

Table 6. continued

| Country                    | Total water withdrawals | Surface water withdrawal | Groundwater withdrawal | etc*     | Groundwater ratio to total water withdrawal |
|----------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|----------|---|
| Finland                    | 6.562                   | 6.298                    | 0.264                  | 0.0001   | 4%  |
| France                     | 30.23                   | 25.33                    | 5.662                  | 0.4227   | 19%   |
| Georgia                    | 1.823                   | 1.197                    | 0.616                  | -        | 34%   |
| Germany                    | 33.04                   | 27.15                    | 5.841                  | 0.042    | 18%   |
| Greece                     | 9.63                    | 5.024                    | 3.014                  | 0.114    | 31%   |
| Grenada                    | 0.0141                  | 0.0131                   | 0.001                  | -        | 7%  |
| Guinea                     | 0.5533                  | 0.666                    | 0.074                  | -        | 13%   |
| Guinea-Bissau              | 0.175                   | 0.144                    | 0.031                  | -        | 18%   |
| Honduras                   | 1.607                   | 1.443                    | 0.164                  | 0.0002   | 10%   |
| Hungary                    | 5.051                   | 4.516                    | 0.535                  | 0.0002   | 11%   |
| Iceland                    | 3.011                   | 0.04                     | 2.971                  | -        | 99%   |
| India                      | 761                     | 396.5                    | 251                    | 113.5006 | 33%   |
| Indonesia                  | 113.3                   | 95.66                    | 17.61                  | 0.019    | 16%   |
| Iran (Islamic Republic of) | 93.9                    | 39.85                    | 53.1                   | 0.2      | 57%   |
| Ireland                    | 0.757                   | 0.561                    | 0.196                  | 0.0002   | 26%   |
| Israel                     | 1.954                   | 0.5504                   | 0.982                  | 0.609    | 50%   |
| Jamaica                    | 0.812                   | 0.074                    | 0.8535                 | 0.0005   | 105%  |
| Japan                      | 81.45                   | 71.85                    | 9.372                  | 0.235    | 12%   |
| Jordan                     | 0.9409                  | 0.3129                   | 0.5533                 | 0.0747   | 59%   |
| Kazakhstan                 | 21.14                   | 18.95                    | 1.03                   | 1.155    | 5%  |
| Kuwait                     | 0.9132                  | 0                        | 0.415                  | 0.4982   | 45%   |
| Kyrgyzstan                 | 8.007                   | 7.401                    | 0.306                  | 0.3      | 4%  |
| Latvia                     | 0.2478                  | 0.0879                   | 0.1479                 | 0.012    | 60%   |
| Lebanon                    | 1.31                    | 0.396                    | 0.7                    | 0.2323   | 53%   |
| Libya                      | 5.83                    | 0.17                     | 5.55                   | 0.07     | 95%   |
| Lithuania                  | 0.6314                  | 0.4518                   | 0.1746                 | 0.005    | 28%   |
| Luxembourg                 | 0.0431                  | 0.018                    | 0.0251                 | -        | 58%   |
| Madagascar                 | 13.56                   | NA                       | 0.024                  | -        | 0%  |
| Malaysia                   | 11.2                    | 5.319                    | 0.165                  | 0.0043   | 1%  |
| Mali                       | 5.186                   | 5.125                    | 0.061                  | -        | 1%  |
| Malta                      | 0.0453                  | 0                        | 0.0224                 | 0.0229   | 49%   |
| Mauritius                  | 0.725                   | 0.577                    | 0.148                  | -        | 20%   |
| Mexico                     | 80.3                    | 49.49                    | 29.99                  | 0.8231   | 37%   |
| Mongolia                   | 0.551                   | 0.097                    | 0.443                  | -        | 80%   |
| Morocco                    | 10.43                   | 8.251                    | 2.322                  | 0.077    | 22%   |
| Myanmar                    | 33.23                   | 30.24                    | 2.991                  | -        | 9%  |
| Namibia                    | 0.288                   | 0.1566                   | 0.1253                 | 0.0061   | 44%   |
| Netherlands                | 10.72                   | 9.776                    | 0.9403                 | 0.008    | 9%  |
| New Zealand                | 5.201                   | 3.527                    | 1.674                  | -        | 32%   |
| Niger                      | 0.9836                  | 0.04                     | 0.46                   | -        | 47%   |
| Oman                       | 1.321                   | 0                        | 1.186                  | 0.135    | 90%   |
| Pakistan                   | 183.5                   | 121.9                    | 61.6                   | -        | 34%   |
| Paraguay                   | 2.413                   | 1.969                    | 0.444                  | -        | 18%   |
| Peru                       | 13.66                   | 11.8                     | 1.765                  | 0.0977   | 13%   |
| Philippines                | 81.56                   | 78.35                    | 3.206                  | -        | 4%  |



Table 6. continued

| Country                               | Total water withdrawals | Surface water withdrawal | Groundwater withdrawal | etc*   | Groundwater ratio to total water withdrawal |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------|---|
| Poland                                | 11.48                   | 8.824                    | 2.644                  | 0.01   | 23%   |
| Portugal                              | 9.151                   | 4.352                    | 4.794                  | 0.0046 | 52%   |
| Puerto Rico                           | 4.153                   | 0.844                    | 0.1727                 | -      | 4%  |
| Qatar                                 | 0.444                   | 0                        | 0.217                  | 0.227  | 49%   |
| Romania                               | 6.418                   | 5.837                    | 0.581                  | -      | 9%  |
| Saint Kitts and Nevis                 | 0.0156                  | 0.0046                   | 0.0076                 | 0.0033 | 49%   |
| Saint Vincent and the Grenadines      | 0.0085                  | 0.0079                   | 0                      | 0.0006 | 0%  |
| Saudi Arabia                          | 23.67                   | 1.1                      | 21.54                  | 2.036  | 91%   |
| Serbia                                | 4.15                    | 3.673                    | 0.4777                 | -      | 12%   |
| Seychelles                            | 0.0137                  | 0.0116                   | 0.0003                 | 0.001  | 2%  |
| Slovakia                              | 0.5593                  | 0.238                    | 0.3213                 | -      | 57%   |
| Slovenia                              | 1.156                   | 0.9745                   | 0.1811                 | -      | 16%   |
| Somalia                               | 3.298                   | 3.167                    | 0.131                  | 0.0001 | 4%  |
| South Africa                          | 15.5                    | 12.12                    | 1.77                   | 1.628  | 11%   |
| Spain                                 | 37.35                   | 29.87                    | 6.884                  | 0.5962 | 18%   |
| Suriname                              | 0.6159                  | 0.5666                   | 0.0493                 | -      | 8%  |
| Sweden                                | 2.689                   | 2.341                    | 0.348                  | 0.0002 | 13%   |
| Switzerland                           | 2.005                   | 0.9995                   | 1.005                  | -      | 50%   |
| Tajikistan                            | 11.49                   | 9.26                     | 2.26                   | 0.3    | 20%   |
| Thailand                              | 57.31                   | 47.48                    | 9.827                  | -      | 17%   |
| The former Yugoslav Rep. of Macedonia | 0.5512                  | 0.885                    | 0.1621                 | -      | 29%   |
| Trinidad and Tobago                   | 0.3832                  | 0.2284                   | 0.1078                 | 0.047  | 28%   |
| Tunisia                               | 3.305                   | 1.151                    | 2.066                  | 0.0877 | 63%   |
| Turkey                                | 42.01                   | 29.54                    | 12.42                  | 0.0495 | 30%   |
| Turkmenistan                          | 27.95                   | 27.56                    | 0.305                  | 0.08   | 1%  |
| Ukraine                               | 14.85                   | 11.88                    | 2.97                   | -      | 20%   |
| United Arab Emirates                  | 3.998                   | 0                        | 2.8                    | 1.195  | 70%   |
| United Kingdom                        | 8.214                   | 5.971                    | 2.046                  | 0.1973 | 25%   |
| United States of America              | 485.6                   | 313.9                    | 104.9                  | 3.354  | 22%   |
| Uruguay                               | 3.66                    | 3.52                     | 0.14                   | -      | 4%  |
| Uzbekistan                            | 56                      | 44.16                    | 5                      | 6.84   | 9%  |
| Viet Nam                              | 82.03                   | 80.46                    | 1.402                  | 0.175  | 2%  |
| Yemen                                 | 3.565                   | 0.987                    | 2.397                  | 0.0311 | 67%   |
| Zambia                                | 1.572                   | 1.68                     | 0.067                  | -      | 4%  |
| Zimbabwe                              | 3.57                    | 3.785                    | 0.42                   | -      | 12%   |

Data sources : UN Food and Agriculture Organization (<http://www.fao.org>)

\*etc = desalinated water + direct use of treated municipal waste water + direct use of agricultural drainage water

\*over 100% value and discrepancy between total and sum of each withdrawals seem to be due to the difference in the survey year of total, surface and groundwater withdrawals.

고 해수담수화, 재처리 생활용수 및 농업 배수 직접 활용하는 기타의 경우를 포함한다. 이들 자료는 동일 국가의 경우에 대해서도 개별 자료의 획득 시기에 차이가 있는 경우도 있고, 수원별 구분이 분명하지 않은 경우도 있지

만 국가별 지하수 이용 현황과 전체 수자원 취수량 대비 지하수 취수 비율을 전반적으로 평가하고 파악하는데 큰 문제는 없다고 판단된다.

전체 수자원 취수량 중 지하수 취수 비율 자료가 확보

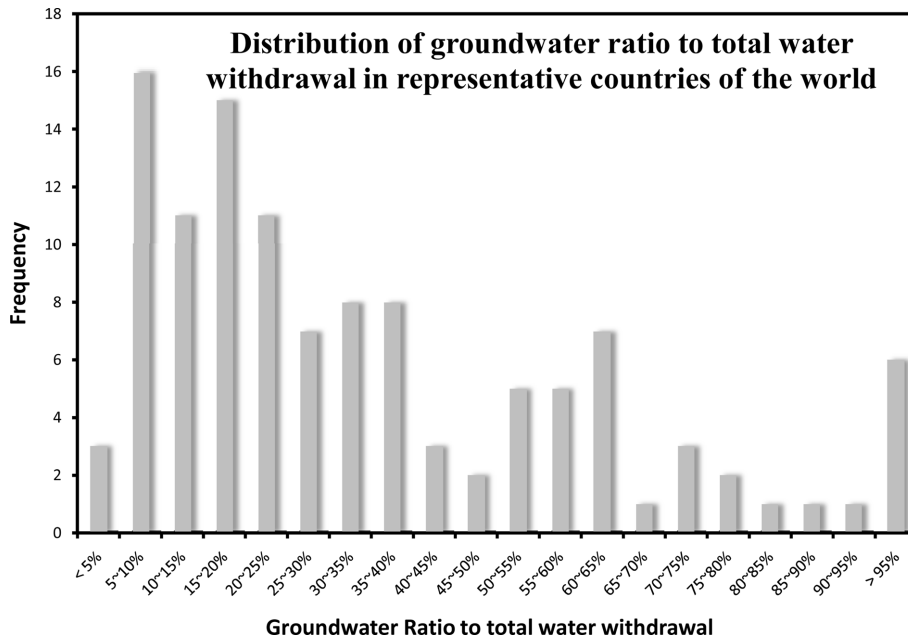


Fig. 1. Distribution of groundwater ratio to total water withdrawal in representative countries of the world.

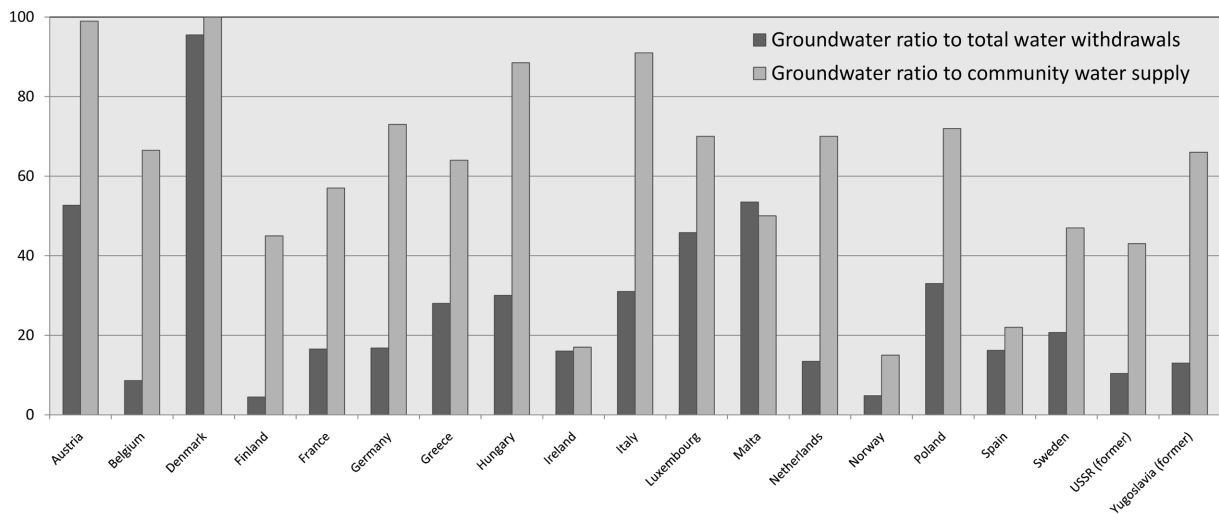


Fig. 2. Groundwater ratios to total water withdrawals and to community water supply of the representative countries in Europe (data source : UNESCO, 2004).

된 116개 국가 중 약 85%에 해당되는 98개 국가가 5~65% 범위 내에서 지하수를 이용하고 있는 것으로 나타났으며(Fig. 1), 지하수를 거의 이용하지 않는 국가는 모두 연중 지표수가 충분한 국가들(부탄, 도미니카, 마다가스카, 말레이시아, 말리 등)이다. 또한 90% 이상의 수자원을 지하수에 의존하는 국가(아이슬란드, 사우디아라비아, 오만, 리비아, 지브티, 자미카, 덴마크 등)는 지표수를 확보하기 곤란한 자연적인 기후 조건을 가진 국가와 지표수가 풍부하지만 수질 문제 등으로 지하수를 의도적으로 적극

이용하는 국가로 구분된다.

한편 Fig. 2는 UNESCO(2004)에서 발간 자료를 활용하여 정리한 유럽의 대표적인 국가들에 대한 수자원 연간 취수량 중 지하수가 차지하는 비율 및 공공 급수에서 지하수가 차지하는 비율을 보여주고 있다. 전반적으로 전체 수자원 취수량에서 지하수가 차지하는 비율보다 전체 공공 급수에서 지하수가 차지하는 비율이 높게 나타나 지하수가 지표수에 비해 상대적으로 공공 급수에 많이 활용되고 있음을 지시하고 있다.

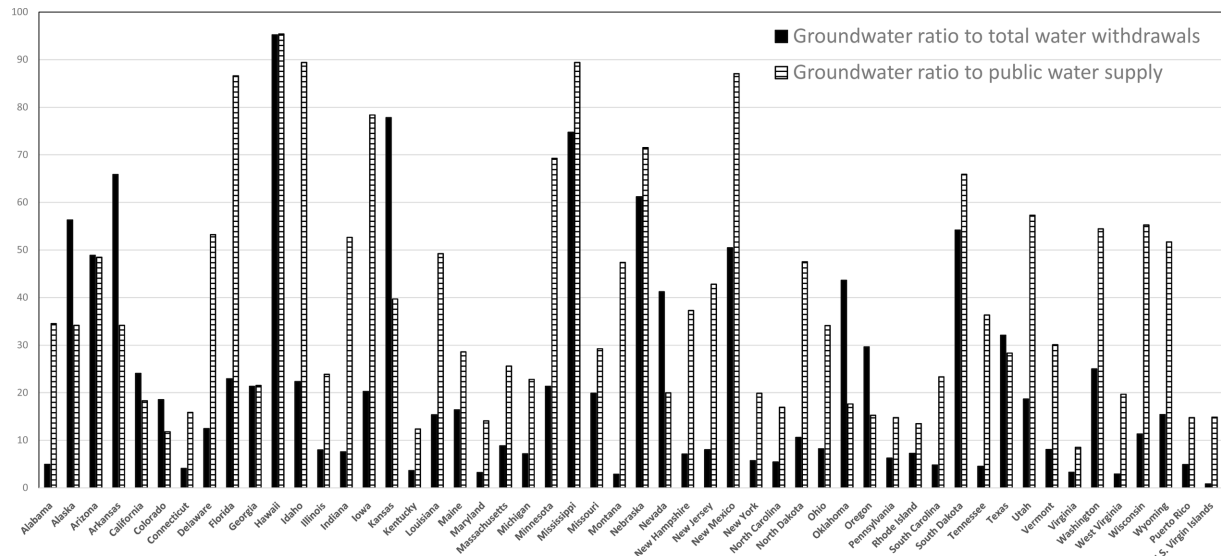


Fig. 3. Groundwater ratios to total water withdrawals and to public water supply of the United States in 2005 (data source : Kenny, et al., 2009).

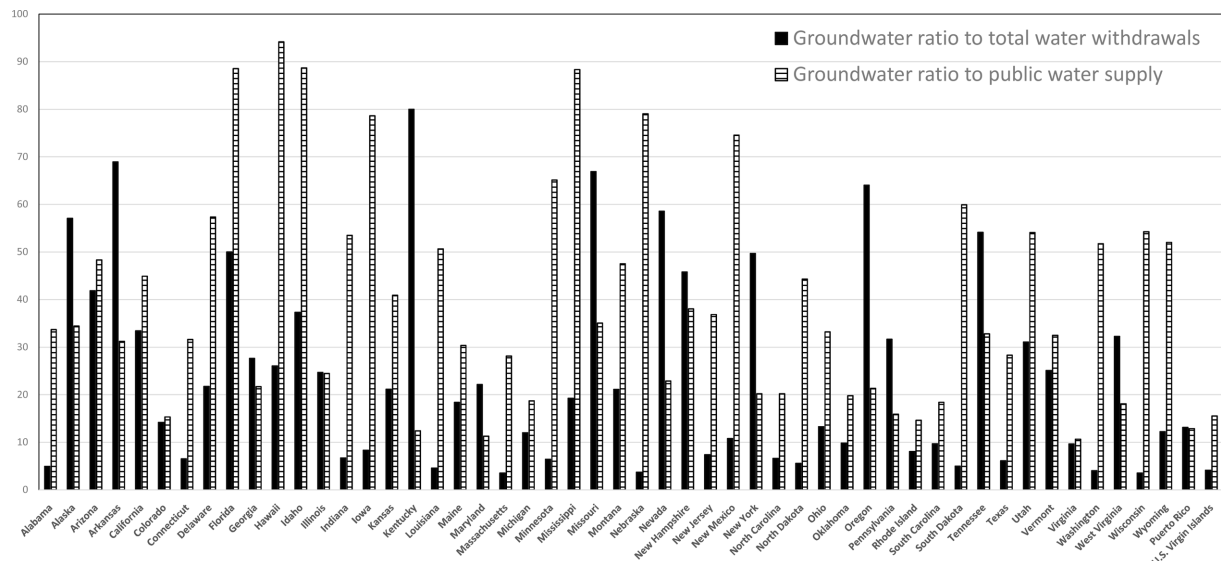


Fig. 4. Groundwater ratios to total water withdrawals and to public water supply of the United States in 2010 (data source : Maupin et al., 2014).

또한 Fig. 3과 Fig. 4는 2005년과 2010년 미국의 주별 (Puerto Rico 및 U.S. Virgin Islands 포함; 52개 단위) 수자원 연간 취수량 중 지하수가 차지하는 비율 및 공공 급수에서 지하수가 차지하는 비율을 각 각 보여주고 있다 (Kenny, et al., 2009; Maupin et al., 2014). 미국의 주별 지하수 이용 자료 역시 전술한 유럽의 주요 국가들의 경우와 유사하게 전체 수자원 취수량에서 지하수가 차지하는 비율보다 전체 공공 급수에서 지하수가 차지하는 비율이 대부분 높게 나타나 지하수가 지표수에 비해 상대적

으로 공공 급수에 많이 활용되고 있음을 알 수 있다. 미국 전체의 2005년도와 2010년도 전체 수자원 취수량 대비 지하수 취수 비율은 각 각 23%와 25%이며, 공공 급수에서 지하수가 차지하는 비율은 2005년도 33%, 2010년도 37%이다.

Fig. 5는, 전술한 미국의 주별 분석과 유사하게, 독일의 16개 주와 더불어 독일 전체에 대한 수자원 연간 취수량 중 지하수가 차지하는 비율 및 공공 급수에서 지하수가 차지하는 비율을 정리하여 보여준다. 독일의 경우, 공공

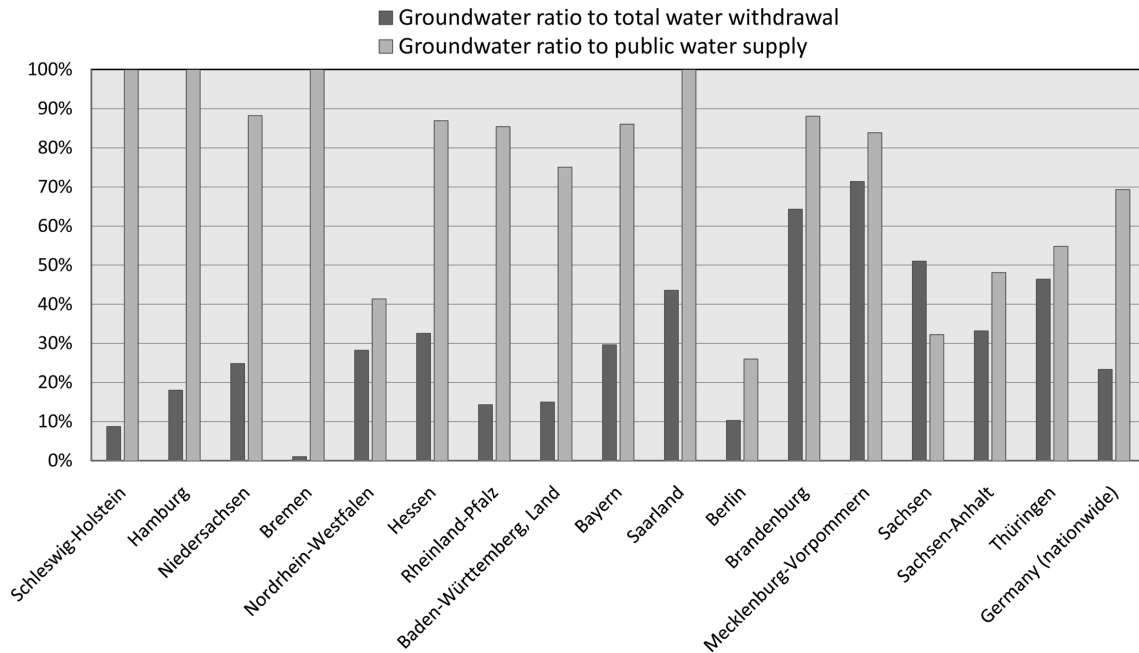


Fig. 5. Groundwater ratios to total water withdrawals and to public water supply of Germany in 2013 (data source : Federal Statistical Office and the statistical Offices of the Länder).

급수에서 지하수를 원수로 활용하는 비율은 69%로 지하수의 역할이 매우 중요하다는 것을 알 수 있는 반면, 전체 취수되는 수자원에서 지하수가 차지하는 비율은 23% 정도로 다른 여타 국가들과 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

독일의 주별 관련 자료는 연방 및 주 통계 사무국 (Federal Statistical Office and the statistical Offices of the Länder; <https://www.regionalstatistik.de/>)을 통해 얻어진 2013년 기준 자료이며, 샘물의 경우는 지하수에 포함시켰으나, 강변여과수와 인공함양의 경우는 지하수에 포함되지 않았다. 독일 Sachsen주의 경우 공공 급수를 위하여 강변여과수와 인공함양을 적극적으로 활용하는 지역으로 강변여과수와 인공함양을 지하수에 포함시키지 않은 결과, 지하수의 공공 급수 비율이 전체 수자원 취수에 대한 지하수 비율보다 낮게 나타난 것으로 판단된다. 또한 독일의 독립주 중 실질적으로 우리나라의 특별시 혹은 광역시에 준하는 Bremen과 Berlin의 경우 전체 수자원 취수량에 있어 지하수의 비율은 다른 주들에 비해 현저히 낮지만 공공 급수에 있어서는 Bremen의 경우 100% 지하수를, Berlin의 경우 26%의 지하수를 취수원으로 활용하고 있음에 주목할 필요가 있다.

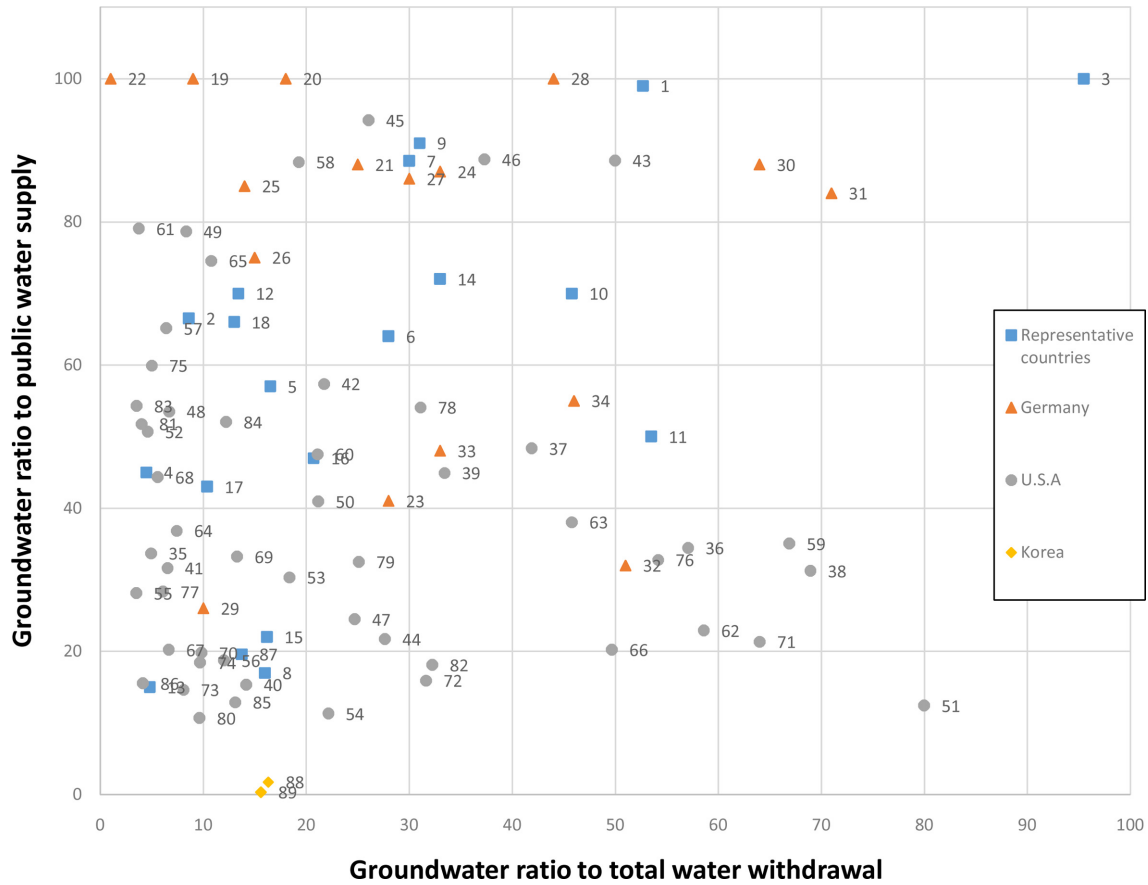
일본의 경우, 연간 전체 수자원 사용량은 약 960억 m<sup>3</sup>으로, 이중 828억 m<sup>3</sup>을 지표수로부터 그리고 나머지인 132억 m<sup>3</sup>을 지하수로부터 공급받고 있는 것으로 알려져

있다(Water Resources in Japan, 2001; Shibasaki, 1995). 전체 수자원 사용량 중 연간 전체 수도 취수량은 1975년 이래 개략 120억 m<sup>3</sup>에서 170억 m<sup>3</sup>으로 2000년까지는 취수량이 증가하였으나 그 이후 서서히 감소하는 양상을 보여주고 있다. 일본의 전체 수도 취수량에서 지하수가 차지하는 비율은 20% 내외이며, 2015년 3월 기준 시에는 전체 153.3억 m<sup>3</sup> 취수 중 19.3%인 29.6억 m<sup>3</sup>가 지하수 정호 형식으로 취수된 것으로 보고되어 있다(JWWA, 2016). 따라서 일본의 경우 전체 수자원에서 지하수가 차지하는 비율은 약 14%, 공공 급수에서 지하수가 차지하는 비율은 약 20% 내외에 해당된다.

### 3. 우리나라 지하수 이용 현황의 문제점 및 대책

#### 3.1. 지하수 이용 현황의 문제

2015년 기준 우리나라 전체 지하수 연간 이용량은 약 40억 9천만 m<sup>3</sup>을 상회하고 있다. 이러한 연간 이용량은 지하수 이용량 조사가 수행된 이래로 꾸준히 증가 추세를 보이고 있으며, 연간 지하수 함양량에 기초한 우리나라 지하수 개발 가능량 128억 m<sup>3</sup>(MOLIT, 2012)과 대비할 때 2000년 기준 약 24%에서 2015년 기준 약 32%에 해당되므로 전반적으로 심각한 우려 단계라고 볼 수 없다. 그러나 다만, 전국적인 규모가 아닌 시군단위 평가 시 개발



**Fig. 6.** Groundwater attributions in total water intake and in public water supply of the representative countries in the world (U.S. and Germany data are shown in the states level).

**LABEL NUMBER**

**Representative Countries**

1. Austria; 2. Belgium; 3. Denmark; 4. Finland; 5. France; 6. Greece; 7. Hungary; 8. Ireland; 9. Italy; 10. Luxembourg; 11. Malta; 12. Netherlands; 13. Norway; 14. Poland; 15. Spain; 16. Sweden; 17. USSR (former); 18. Yugoslavia (former); 87. Japan;

**Germany (State level)**

19. Schleswig-Holstein; 20. Hamburg; 21. Niedersachsen; 22. Bremen; 23. Nordrhein-Westfalen; 24. Hessen; 25. Rheinland-Pfalz; 26. Baden-Württemberg, Land; 27. Bayern; 28. Saarland; 29. Berlin; 30. Brandenburg; 31. Mecklenburg-Vorpommern; 32. Sachsen; 33. Sachsen-Anhalt; 34. Thüringen;

**U.S. (State level)**

35. Alabama; 36. Alaska; 37. Arizona; 38. Arkansas; 39. California; 40. Colorado; 41. Connecticut; 42. Delaware; 43. Florida; 44. Georgia; 45. Hawaii; 46. Idaho; 47. Illinois; 48. Indiana; 49. Iowa; 50. Kansas; 51. Kentucky; 52. Louisiana; 53. Maine; 54. Maryland; 55. Massachusetts; 56. Michigan; 57. Minnesota; 58. Mississippi; 59. Missouri; 60. Montana; 61. Nebraska; 62. Nevada; 63. New Hampshire; 64. New Jersey; 65. New Mexico; 66. New York; 67. North Carolina; 68. North Dakota; 69. Ohio; 70. Oklahoma; 71. Oregon; 72. Pennsylvania; 73. Rhode Island; 74. South Carolina; 75. South Dakota; 76. Tennessee; 77. Texas; 78. Utah; 79. Vermont; 80. Virginia; 81. Washington; 82. West Virginia; 83. Wisconsin; 84. Wyoming; 85. Puerto Rico; 86. U.S. Virgin Islands;

**Korea**

88. Korea; 89. Korea (excluding Jeju)

가능량 대비 이용량이 50% 이상의 시군구가 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있어 지역적인 지하수 이용 편차에 기인한 지하수 고갈 문제 발생의 소지는 점차로 커진다고 볼 수 있다.

한편 전체적인 지하수 이용량 증가 현상과 대비되는 용

도별 현황은 대부분 지하수가 사적 개발과 이용에 집중되어 있고 공공 기관이 개발하고 공급하는 방식인 일반 수도에 있어서 지하수의 기여도는 심각하게 낮다는 문제를 가지고 있다. Table 2부터 5에서 이미 살펴보았듯이 지하수의 낮은 일반수도 기여도는 우리나라에서만 나타나는 매

우 특이한 현상이다. Fig. 6은 수집된 국가들의 전체 수자원 취수량에 대한 지하수 비율과 공공 급수에서 지하수 비율의 분포를 보여주며, 대체로 많은 국가(혹은 주)가 공공 급수 비율이 높은 영역에 속함을 알 수 있다.

Fig. 6에서 볼 수 있듯이 우리나라의 경우는 다른 국가(미국 및 독일의 경우, 주(state) 단위)와 비교할 때, 전체 수자원 취수량에 대한 지하수 역할에 비해 공공 급수에서 지하수 역할이 현저히 낮은 특이한 형태에 속함을 알 수 있다. 국가별 기후, 하천 발달 상황 및 수리지질 조건 등에 따라 차이가 있을 수 있으나 대부분의 국가 자료에서와 달리 우리나라 지하수가 전체 취수량에 대해서는 기여도가 있으나 공공 급수에 기여하지 못하는 가장 큰 원인은 사적인 지하수 개발 집중 현상과 국가의 수자원 이용 및 관리 정책의 문제로 판단된다. 특히 1970년대부터 1990년대까지 기본적인 수자원 정책이 댐건설을 통한 수자원 확보와 수도 공급에 집중됨에 따라 국가 혹은 지방자치단체 등 공공 기관에서는 지하수를 통한 수자원 확보 및 수도 공급 등에 대한 노력이 크게 부족하였던 것으로 보인다.

지하수 이용의 사적 개발 집중 현상은, 근본적으로 지하수 고갈 문제를 일으킬 소지가 크며, 정호의 관리 등의 일차적인 책임을 개인에게 지움으로써 부실 정호 관리를 통한 지하수 수질 오염 등의 문제를 지속적으로 발생시키는 원인이 될 가능성이 높다. 다시 말해, 개인의 지하수 개발과 관리는 다양한 규제가 있다하더라도 개인적인 비용 부담 문제 등으로 지하수를 합리적으로 개발·이용하고 보전·관리하는데 있어 한계가 있을 수밖에 없다.

### 3.2. 대책

전 세계적인 지하수 이용 현황은 개별 국가의 자연 지리적 특성과 역사적인 발전 단계 등과 밀접하게 연결된 문제로서, 지하수 이용 현황을 일반적이고 함축적으로 서술하는 것은 매우 어려운 일이다. 그럼에도 불구하고 많은 국가의 최근 수자원 관련 법들은 지하수의 공공 소유권의 확대와 사적 소유권에 대한 관심을 줄이는 경향을 보여주고 있다. 더불어 공수(public water)는 물론 사수(private water)에 대해서도 환경 보호를 위해 법적인 조치뿐만 아니라 공공 기관의 개입이나 중재를 광범위하게 넓혀가고 있다는 것이다(Embaid, 2005).

이러한 다른 나라들의 지하수에 대한 소유권 인식 전환과 관리 방법 접근 방식처럼 우리나라의 지하수 이용에 있어 개인 토지 소유자의 사적인 지하수 개발·이용의 범위를 제한하는 방안을 검토하여야 할 것이다. 특히 지하

수 신고 및 허가 시 개발 가능량에 대한 객관적 평가 방안을 확보할 필요가 있으며, 소유한 토지를 통해 강우로부터 소유한 토지로 함양되는 지하수 양을 신고 및 허가 시 지하수 개발가능량과 연계하여 평가하여야 할 것이다. 다시 말해 소유한 토지의 크기와 더불어 지하수 함양을 방해하는 건물이나 포장 등이 소유 토지의 일부를 점유하는 크기 등이 전반적으로 검토되어야 할 필요성이 높다. 예를 들어 10,000 m<sup>2</sup>의 토지 소유자의 경우, 2012 지하수관리기본계획(MOLIT, 2012)의 지하수개발가능량 평가 방식(연간 강우량 1,277.4 mm; 함양율 14.44%)을 적용하여 약 5 m<sup>3</sup>/일을 기준하되 지하수 함양을 방해하는 시설물이 있는 경우 그에 해당되는 면적 비율을 고려하여 신고 및 허가를 접수해 주어야 한다는 것이다. 이러한 방식은 현재 대부분 신고 시설이 요청하는 지하수사용량 30 m<sup>3</sup>/일을 합리적으로 제한 할 수 있고, 특히 지하수 개발가능량 대비 이용량이 높은 시군 등에 대해서 지하수 고갈 문제 등을 크게 우려하지 않으면서 합리적으로 지하수 이용 요청을 처리할 수 있는 방안이 될 것으로 보인다.

상기한 지하수의 사적 개발·이용의 제한과 더불어 중요한 것은 수도 공급과 같은 공공 급수의 취수원으로 지하수를 적극적으로 활용할 수 있는 방안의 강구이다. 이미, 전절에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 공공 급수에 있어 지하수 기여도는 다른 국가들과 비교할 때 매우 기형적인 형태이다. 이는 자연적인 조건 때문에 지하수를 공공 급수에서 활용하기 곤란하였다고 판단하는 것보다는 그동안 국가 및 지방자치단체 등이 시행한 댐 등을 활용한 지표수 중심의 수자원 및 수도 공급 정책의 결과로 판단된다. 따라서 이 문제에 대해서는 지금부터라도 적극적이고 합리적으로 공익을 위한 지하수 이용 방안을 강구할 필요가 있다.

이를 위하여 가장 현실적이고 실현가능한 방안은 수도 사업자에 대한 수도 취수원 다양화를 강제하거나 또는 별도의 지원을 주는 방식을 고려할 수 있다. 즉 모든 수도 사업자에게 일정 비율 이상의 지표수가 아닌 수도 취수원을 확보하게 하는 방안 혹은 지표수가 아닌 수도 취수원 개발 시 국가의 우선적 예산 지원 등의 지원책을 마련하는 것이다. 이러한 수도 취수원 다변화는 현재의 기형적인 지하수 이용 형태를 바로 잡는데 기여 할 뿐만 아니라 지나친 지표수 의존 문제로 발생하는 다양한 부작용을 줄일 수 있는 대책이 될 것이다.

더불어 현재 수도사업자가 수도 시설을 개선하거나 신규 개발하는 경우는 수도법에 따라 수도정비기본계획을 수립하는 과정을 통해 사업이 추진됨을 감안하여 수도정

비기본계획의 수립 시 지하수를 수도 취수원으로 하는 경우 대한 면밀한 경제성 평가가 이루어지게 하는 방안도 요구된다. 실질적으로 Kwater(2016)과 Cha and Hyun (2017)에 의하면 취수 규모와 제반 여건에 따라 다소의 차이를 보이긴 하지만 지하수를 수도 취수원으로 하는 경우가 기존 지표수를 취수원으로 활용하는 방안보다 경제성에 있어 유리할 수도 있음을 보여주고 있다.

#### 4. 결론 및 토의

지하수는 우리나라 전체 수자원 공급에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 공공 수도 공급에 있어서 지하수의 역할은 상대적으로 매우 미약하다. 본 연구는 1970년대 이후 지하수가 우리나라 수자원 공급과 수도 공급에 이용된 현황을 살펴 보고 이를 해외 주요 국가들과 비교해 봄으로써 다음과 같은 결론과 토의 사항을 도출하였다.

1) 공식적인 지하수 조사 이용 실태 자료가 확보된 1994년 이래로 우리나라 지하수는 우리나라 전체 수자원 이용량과 대비할 때 대체로 10% 이상, 하천 유지용수를 제외한 전체 취수량과 대비할 때, 15% 내외로 꾸준한 기여를 해왔다.

2) 일반수도 중 지방상수도에서 지하수를 원수로 활용하는 비율(설계 용량 기준)은 1974년대 3.4%에서 2015년 기준시 1.8%로 절반 수준으로 줄어들었으며, 특별한 경우에 해당되는 제주도를 제외할 경우 지하수를 활용하는 지방상수도 취수원은 약 0.3% 내외로 지하수의 수도 취수원 역할은 매우 미미한 이용 실태를 보여준다.

3) 다른 국가의 지하수 이용 현황과 비교할 때 우리나라의 지하수 이용 현황은 전체 수자원 취수량 대한 지하수 역할에 비해 공공 급수에서 지하수 역할이 현저히 낮은 특이한 형태에 속하다.

4) 특이한 우리나라 지하수 이용 현황의 원인은 기본적으로 지하수를 대부분 개인적인 목적으로 개발·이용함으로써 나타난 현상으로 평가된다. 또한 국가 및 지방자치단체 등 공공 기관은 1970년대 이후 댐건설 등을 통해 수자원 및 수도를 대량으로 공급하는 지표수 우선 정책에 집중하고 공공적인 용도의 지하수 개발·이용 정책을 거의 수립하지 않은 점도 특이한 우리나라 지하수 이용 현황의 주요 원인으로 보인다.

5) 사적인 지하수 개발·이용시, 소유한 토지를 통해 함양되는 지하수량에 근거하여 개발가능량을 신고 접수 혹은 허가할 필요가 있다. 특히 시군단위에서 평가된 지하수개발가능량에 비해 실제 이용되는 지하수량의 비율이

50% 이상인 지역의 경우, 향후 지하수 고갈 문제 및 수질 저하 문제를 방지하기 위하여 개인의 지하수 사적 이용은 최대한 지양하는 것이 바람직하다.

6) 1990년 중반부터 20년 이상 주장되어온 정부의 취수원 다변화 정책은 실질적인 효과가 거의 없었으며, 지표수 특히 댐용수에 대한 높은 취수원 의존성을 보이고 있다. 다만 2010년 6월 제정된 『물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률』 및 하위 규정 등에 따라 빗물 이용 및 하수재이용 등의 양은 크지는 않지만 꾸준히 증가하고 있다(MOE, 2015). 반면 지하수담을 활용하는 취수원 다변화는 일부 해안 및 도서 지역에 대한 계획 등이 수립되었고, 강변여과 방식을 활용하는 취수원 다변화는 낙동강 유역에서 점차 확대되고 있는 상황이지만 일부 지방자치단체를 제외하고는 실질적인 수도 공급에 있어 크게 기여하지 못하고 있다.

7) 정밀수리지질 조사와 더불어 지하수 취수원 개발, 운용에 대한 객관적 경제성 평가를 통해 지하수의 공공 수도 취수원 역할을 적극적으로 높일 필요성이 있다. 또한 가뭄 등의 비상사태 시기에 시행되는 한시적인 지하수 개발과 공급은 지하수의 수도 취수원 역할을 높이는데 기여하기 어려우며, 평상시에 지하수 수도 취수원 개발과 지속적인 공급이 이루어져야 실질적인 취수원 다변화와 국가의 물 안보를 이룰 수 있을 것으로 판단된다.

8) 현재 수도 취수원이 지표수에 지나치게 편중된 문제의 해결을 위하여 수도사업자가 일정 비율 이상의 다양한 수도 취수원을 의무적으로 확보하게 하는 정책 등을 통해 실질적인 취수원 다변화가 이루어 질 수 있는 방안이 요구된다. 또한 수도사업자의 정기적인 수도정비기본계획 수립 시, 다양한 취수원 개발과 운영에 대한 객관적인 편익 계산과 상대적인 경제성 분석을 수행함으로써 보다 합리적이고 경제적으로 취수원을 확보하고 운영할 수 있는 방안이 강구되어야 한다.

#### 사 사

이 논문은 2016년도 중원대학교 연구년 지원에 의하여 이루어졌습니다. 이에 감사드립니다. 또한 수집된 많은 양의 자료를 꼼꼼하게 정리해준 중원대학교 신재생에너지학과 윤가영씨와 유경호씨에게도 감사드립니다.

#### References

Cha, E.J. and Hyun, Y., 2017, A comparison study various water

- sources for feasibility of expanding the use of groundwater in public water supply of South Korea, *J. of Soil and Groundwater Env.*, **22**(4), 60-70.
- Embid, A., 2005, Legal issues of intensive use of groundwater, *Groundwater Intensive Use* (Eds: Sahuquillo, A., Capilla, J., Marinez-Cortina, L., and Snachez-Vila, X.).
- Heo, U., 2015, Structure and changes of the brongae age irrigation facilities, *Field Archaeology*, **23**, 5-35.
- Japan Water Works Association (JWWA), 2016, Water Supply in Japan 2016, 12p.
- Kenny, J.F., Barber, N.L., Huston, S.S., Linsey, K.S., Lavelace, J.K., and Maupin, M.A., 2009, Estimated use of water in the United States in 2005, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Circular 1344.
- Kim, S.W., Kim, C.K, Na, H.S., Nam, G.D., Min, B.S., and Hwang, K., 1972, *Agricultural Hydraulics and Structures*, Hyangmunsa.
- Kwater, 2016, Survey report of promising area for large scale groundwater withdrawals.
- Maupin, M.A., Kenny, J.F., Huston, S.S., Lavelace, J.K., Barber, N.L., and Linsey, K.S., 2014, Estimated use of water in the United States in 2010, U.S. Department of the Interior.
- Ministry of Construction and Transport (MOCT), 1995, Groundwater Survey Annual Report.
- Ministry of Environment (MOE), 2015, National Wastewater Master Plan (2016~2025).
- Ministry of Environment (MOE), 2016, 2015 Waterworks Statistics.
- Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (MOLIT), 2012, Groundwater Management Basic Plan (2012-2021)
- Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (MOLIT), 2016, The 4th Water Resources Long-Term Master Plan (2001~2020), 3rd Modified Plan.
- Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (MOLIT) and Kwater, 2016, Groundwater Survey Annual Report.
- Shibasaki, T. and Research group for water balance, 1995, *Environmental Management of Groundwater Basins*, Tokai University Press.
- UNESCO, 2004, Groundwater resources of the world and their use.
- Water Resources in Japan (2001), Ministry of Land, Infrastructure and Transport.