

물관리여건고려를 위한 국가별 강수변동지표에 관한 연구

A Study on Precipitation variability Index among Countries Considering Water Management Circumstances

안종서*, 최영돈**, 임동진***

Jong Seo Ahn, Young Don Choi, Dong Jin Lim

요 지

최근 들어 수자원 계획, 관리 및 평가 등의 정책수립시 의사결정 지원을 위하여 수문, 사회, 경제 및 환경 분야 등 다양한 수자원관련 정보를 지표를 이용하여 제시하려는 노력들이 이루어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 국가 및 지역별 수자원여건을 평가하기 위하여 WMO의 국가별(도시별 평균) 월별 강수량 자료를 이용하여 년평균강수량에 따른 월별 강수량의 변동정도와 국가의 발전정도 등을 고려하여 국가별 수자원 관리여건을 평가하였다.

핵심용어 : 수자원장기종합계획, 물이용지표, 강수변동지표

1. 서론

최근 들어 수자원 계획, 관리 및 평가 등의 정책수립시 의사결정 지원을 위하여 수문, 사회, 경제 및 환경 분야 등 다양한 수자원관련 정보를 지표를 이용하여 제시하려는 노력들이 이루어지고 있다. 특히, 유럽환경국(EEA, European Environmental Agency)에서는 지표의 성격에 따라 설명지표(descriptive indicators), 성과지표(performance indicators), 효과지표(efficiency indicators) 그리고 통합지표(total welfare indicators)의 4가지 유형으로 구분하고 있으며, 지표를 직접 측정된 자료나 정보를 가공하는 방식에 따라 상대지표, 표준화지표, 총량지표, 가중지표 등으로 구분하고 있다(정영근, 2003). 최근에는 WPI(Water Poverty Index), HDI(Human Development Index), ESI(Environmental Sustainability Index)와 같이 매년 또는 일정주기로 산정하여 변화를 파악하는 성과 및 통합지표의 형태로 많이 활용되고 있다. 하지만, 이러한 통합지표는 다양한 수자원여건을 고려한다는 장점이 있으나 이러한 다양한 여건이 반영됨으로써 정책결정자의 의사결정을 더욱 어렵게 하는 경우도 발생하고 있다.

2. 강수변동지표의 산정방법

본 연구는 국가 및 지역별 수자원여건을 평가하기 위하여 WMO의 국가별(도시별 평균) 월별 강수량 자료를 이용하여 년평균강수량에 따른 월별 강수량의 변동정도를 산정하여 국가별 강수량 관리여건의 어려움을 평가하고자 하였다. 강수변동지표는 복합적으로 다양한 자료들을 이용하지 않고, 월별 강수량 자료만을 활용하여, 수자원관리여건을 제시함으로써 하상계수와 같이 수자원 전문가가 아닌 일반인들도 쉽게 이해할 수 있게 하는데 의의가 있다고 하겠다. 강수변동지수는 클수록 월별 강수의 변동이 크므로 수자원여건이 어려움을 나타내며, 양(+)의 값은 평균이상으로 클수록 치수관리여건이 어려움을 나타내고, 음(-)의 값은 평균이하로 이수관리여건이 어려움을 나타낸다고 할 수 있다.

* 정회원 · 한국수자원공사 조사기획처 처장 · E-mail : jsahn@kwater.or.kr

** 정회원 · 한국수자원공사 조사기획처 대리 · E-mail : choiyd1115@kwater.or.kr

*** 정회원 · 한국수자원공사 조사기획처 처장 · E-mail : djlim@kwater.or.kr

2.1 강수변동지표의 산정

강수변동지표는 국가별 강수량의 월별 변동에 따른 결과를 지수화하여 수자원관리여건을 평가하고자 개발되었으며, 산정절차는 다음과 같다.

1. 주요국가별 월별 강수량 산정

단위 : mm

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계	월평균
한국	27.1	32.2	50.1	86.9	93.6	159.5	268.7	270.2	137.7	50.6	43.7	24.6	1,244.9	103.7
일본	90.8	90.0	120.0	136.7	151.1	216.5	200.4	176.8	216.4	140.2	113.2	84.7	1,737.0	144.7
프랑스	98.1	77.6	82.8	92.5	116.9	98.6	80.7	83.7	93.9	106.0	99.5	103.4	1,133.5	94.5
영국	79.7	59.3	64.1	51.7	54.6	54.8	53.6	66.0	70.3	80.5	83.8	84.7	803.1	66.9

2. 주요국가별 강수변동지표

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	월평균
한국	0.75	0.70	0.53	0.28	0.11	0.56	1.70	1.61	0.42	0.55	0.60	0.78	0.72
일본	0.37	0.38	0.17	0.06	0.04	0.50	0.38	0.22	0.50	0.03	0.22	0.41	0.27
프랑스	0.04	0.18	0.12	0.02	0.24	0.04	0.15	0.11	0.01	0.12	0.05	0.09	0.10

※ 월별 강수량 편차 = 월강수량 - 월평균 강수량, 강수변동지표 = |(월별 강수량 편차/월평균 강수량)|

3. 주요국가별 치수여건 지표

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	월평균
한국	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.7	1.6	0.4	0.0	0.0	0.0	1.07
일본	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.33
프랑스	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.10

※ 강수변동지표 = |(월별 강수량 편차/월평균 강수량)|

여기서는 월별편차가 양수(>0)인 경우만 고려하였으며, 월평균은 값에 존재하는 월에 대해서만 평균

4. 주요국가별 이수여건지표

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	월평균
한국	0.7	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	0.8	4.30
일본	0.4	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	1.64
프랑스	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.59

※ 치수여건지표와 동일하며, 월별편차가 양수(<0)인 경우만 고려

표 1. 국가별 강수변동지표 순위

순위	국가	지수	순위	국가	지수	순위	국가	지수	순위	국가	지수	순위	국가	지수
1	말리	0.992	21	모잠비크	0.829	41	코스타리카	0.525	61	케냐	0.294	81	리투아니아	0.183
2	잠비아	0.990	22	멕시코	0.827	42	파나마	0.525	62	폴란드	0.285	82	파라과이	0.182
3	이집트	0.983	23	에티오피아	0.756	43	벨리즈	0.485	63	브라질	0.284	83	콜롬비아	0.173
4	이스라엘	0.981	24	스와질란드	0.753	44	셀위투	0.459	64	스페인	0.275	84	인도네시아	0.165
5	요르단	0.981	25	캄보디아	0.750	45	터키	0.450	65	바누아트	0.256	85	말레이시아	0.163
6	몽골	0.979	26	우즈베키스탄	0.743	46	키르기스스탄	0.430	66	카자흐스탄	0.253	86	슬로베니아	0.156
7	미얀마	0.962	27	베트남	0.703	47	자메이카	0.423	67	에스토니아	0.246	87	파푸아뉴기니	0.153
8	엘살바도르	0.960	28	네팔	0.695	48	체코	0.422	68	오스트리아	0.241	88	아일랜드	0.152
9	이라크	0.946	29	태국	0.659	49	알제리	0.420	69	일본	0.239	89	페루	0.144
10	인도	0.945	30	이란	0.655	50	사모아	0.419	70	볼도바	0.233	90	마케도니아	0.138
11	라오스	0.941	31	트리니다드토바고	0.633	51	스리랑카	0.389	71	슬로바키아	0.232	91	불가리아	0.135
12	아프카니스탄	0.938	32	중국	0.621	52	우크라이나	0.388	72	도미니카	0.222	92	스위스	0.130
13	리비아	0.922	33	탄자니아	0.620	53	튀니지	0.388	73	헝가리	0.217	93	영국	0.122
14	키프로스	0.911	34	모리셔스	0.598	54	아르메니아	0.378	74	핀란드	0.213	94	크로아티아	0.119
15	북한	0.905	35	포르투갈	0.595	55	아제르바이잔	0.375	75	라트비아	0.206	95	네덜란드	0.113
16	필리핀	0.904	36	베네수엘라	0.570	56	그리스	0.369	76	남아프리카	0.200	96	덴마크	0.113
17	시리아	0.903	37	가나	0.567	57	쿠바	0.365	77	루마니아	0.196	97	독일	0.112
18	마다가스카르	0.858	38	사우디아라비아	0.557	58	칠레	0.355	78	스웨덴	0.191	98	뉴질랜드	0.109
19	한국	0.857	39	오만	0.550	59	피지	0.346	79	노르웨이	0.190	99	아르헨티나	0.087
20	타지키스탄	0.833	40	파키스탄	0.539	60	우간다	0.340	80	이탈리아	0.188	100	프랑스	0.079

※ 수자원여건분류: 0~0.3 : 매우양호, 0.3~0.4 : 양호, 0.4~0.6 : 0.6~0.8 : 불리, 0.8~1.0 : 매우 불리

※ 0~1사이의 범위 분류를 위하여 누적정규분포를 이용하여 재분류

표 1과 같이 국가별 강수변동지표를 크기 순으로 나열한 결과, 말리(연평균:567mm)가 수자원여건이 가장 열악한 것으로 나왔으며, 프랑스(연평균:1,134mm)가 가장 양호한 것으로 나타났다. 대체적으로 수자원여건을 잘 표현하고 있으나, 오만(연평균:68.9mm), 사우디아라비아(103.1mm), 알제리(304.9mm) 등의 경우, 연평균강수량이 절대적으로 부족하며, 1인당 이용가능한 수자원량 또한 물기근국가로 분류되어 있으나 연중 강수가 일정하여, 강수변동지표에 따른 수자원여건이 “양호”로 나타나고 있다. 따라서 이러한 부분에 대한 보완이 필요하게 되었다.

3. 물관리 여건지수를 고려한 국가분류

이에 따라 국가별 발전정도, 연평균 강수량에 따라서 재분류하여 분류군에 따른 수자원관리여건의 범위를 다르게 지정함으로써 좀 더 활용성과 신뢰성이 높도록 하였다.

3.1 IMF 분류

IMF(International Monetary Fund)에서는 ‘선진국(Advanced Economies)’과 신흥시장 및 개도국(Emerging Market and Developing Countries)’ 두 개의 범주로 국가를 분류하고 있으며, 선진국으로 분류되는 국가는 33개국이며, 아시아에서는 한국과 일본, 대만, 홍콩, 싱가포르 등 5개국이며, 신흥시장 및 개도국으로 분류되는 국가는 139개국이며, 아시아에서는 중국, 인도 등 23개국이다.

표 2. IMF분류에 따른 선진국현황

분 류	국 가(33개국)
선진국 (Advanced Economies)	미국, 독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인, 네덜란드, 벨기에, 그리스, 오스트리아, 포르투갈, 핀란드, 아일랜드, 슬로바키아, 슬로베니아, 룩셈부르크, 키프로스, 몰타, 일본, 영국, 캐나다, 한국, 호주, 타이완, 스웨덴, 스위스, 홍콩, 체코, 노르웨이, 싱가포르, 덴마크, 이스라엘, 뉴질랜드, 아이슬랜드

3.2 OECD 분류

OECD는 ‘선진국 클럽’으로 불려왔으며, 경제성장론의 실증분석시 선진국 범주로 자주 활용된다. 현재 회원국은 30개국이며, 아시아에서는 한국과 일본 2개국이 속해있다. GDP 1만불 이하의 국가(터키)와 1만불~2만불 사이의 국가(슬로베니아, 헝가리, 폴란드, 멕시코)도 다수 포함되어 있어 회원국 모두를 선진국으로 보기에 한계가 있다

표 3. OECD 회원국 현황

분 류	국 가(30개국)
OECD 회원국	호주, 오스트리아, 벨기에, 캐나다, 체코, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 헝가리, 아이슬랜드, 아일랜드, 이탈리아, 일본, 한국, 룩셈부르크, 멕시코, 네덜란드, 뉴질랜드, 노르웨이, 폴란드, 포르투갈, 슬로바키아, 스페인, 스웨덴, 스위스, 터키, 영국, 미국

3.3 세계은행 분류

국민소득은 선진국여부를 가르는 가장 중요한 기준이기는 하나 객관적인 기준선이 있는 것은 아니며, 다만, 통상적으로 위의 IMF와 OECD 기준이 겹치는 영역인 2만불 이상 국가를 선진국으로 인식하고 있다. 우리나라의 일반국민의 55%가 2만불을 선진한국의 기준으로 인식(‘05.5월 설문조사)하고 있으며, 2006년 조사기준, 1인당 소득이 2만불 이상인 국가는 23개이며, OECD 평균은 3.2만불 수준(한국 1.97만불)이다.

표 4. 국민소득에 따른 세계은행의 국가분류(계속)

분 류	국 가
고소득국 (66개국)	호주, 오스트리아, 벨기에, 캐나다, 체코, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 헝가리, 아이슬랜드, 아일랜드, 이탈리아, 일본, 한국, 룩셈부르크, 네덜란드, 뉴질랜드, 노르웨이, 포르투갈, 슬로바키아, 스페인, 스웨덴, 스위스, 영국, 미국, 안도라, 앤티가바부다, 아루바, 바하마, 바레인, 바베이도스, 버뮤다, 브루나이, 다름살람, 케이맨제도, 채널 제도, 키프로스, 적도기니, 에스토니아, 페로스 제도, 프랑스령 폴리네시아, 그린란드, 괌, 홍콩, 맨섬, 이스라엘, 쿠웨이트, 리히텐슈타인, 마카오, 몰타, 모나코, 네덜란드령 앵탈리스제도, 뉴칼레도니아, 북 마리아나 제도, 오만, 푸에르토리코, 카타르, 산마리노, 사우디아라비아, 싱가포르, 슬로베니아, 타이완, 트리니다드토바고, 아랍에미레이트, 버진 제도

표 4. 국민소득에 따른 세계은행의 국가분류(계속)

분 류	국 가
중상위 소득국 (41개국)	아메리칸사모아, 피지, 말레이시아, 팔라우, 벨로루시, 불가리아, 크로아티아, 카자흐스탄, 라트비아, 리투아니아, 몬테네그로, 폴란드, 루마니아, 러시아, 세르비아, 터키, 아르헨티나, 벨리즈, 브라질, 칠레, 코스타리카, 쿠바, 도미니카, 그레나다, 자마이카, 멕시코, 파나마, 세인트, 키츠 앤 네비스, 세인트 루시아, 세인트빈센트그레나딘, 수리남, 우루과이, 베네수엘라, 레바논, 리비아, 보츠와나, 가봉, 모리셔스, 마요트, 세이셸, 남아프리카공화국
중하위 소득국 (54개국)	중국, 인도네시아, 키리바시, 마셜, 마이크로네시아, 몽골, 필리핀, 사모아, 타이, 동티모르, 통가, 바누아투, 알바니아, 아르메니아, 아제르바이잔, 보스니아헤르체고비나, 조지아, 마케도니아, 몰도바, 투르크메니스탄, 우크라이나, 볼리비아, 콜롬비아, 도미니카 공화국, 에쿠아도르, 엘살바도르, 과테말라, 가이아나, 온두라스, 니카라과, 파라과이, 페루, 알제리, 지부티, 이집트, 이란, 이라크, 요르단, 모로코, 시리아, 튀니지, 가자지구, 부탄, 인도, 몰디브, 스리랑카, 앙골라, 카메룬, 카보베르데, 콩고, 레소토, 나미비아, 수단, 스와질란드
저소득국 (49개국)	캄보디아, 북한, 라오스, 미얀마, 파푸아뉴기니, 솔로몬제도, 베트남, 키르기스스탄, 타지키스탄, 우즈베키스탄, 아이티, 예멘, 아프가니스탄, 방글라데시, 네팔, 파키스탄, 베냉, 부르키나파소, 부룬디, 중앙아프리카공화국, 차드, 코모로, 콩고민주공화국, 코트디부아르, 에리트레아, 에티오피아, 잠비아, 가나, 기니, 기니비사우, 케냐라이베리아, 마다가스카르, 말라위, 말리, 모리타니아, 모잠비크, 니제르, 나이지리아, 르완다, 상투메 프린시페, 세네갈, 시에라리온, 소말리아, 탄자니아, 토고, 우간다, 잠비아, 짐바브웨

※ 세계은행은 국민소득 \$11,456 이상을 고소득국(66개국), \$3,706~ 11,455 중상위소득국(41개국), \$936~3,705 중하위소득국(54개국), \$935이하 저소득국(49개국)으로 분류(World Development Report, 2009)

3.4 HDI(Human Development Index, 인적개발지수) 분류

인적개발지수(HDI)는 ① 수명(기대수명으로 측정), ② 지식(성인문자해독율(2/3비중)과 초·중등 및 대학 진학률(1/3비중)), ③ 생활수준(구매력평가 기준 1인당 GDP로 측정) 세가지차원에서 평가된다. UNDP는 93년부터 HDI를 발표해 왔으며, 지수가 0.8이상인 국가를 高HDI 국가, 0.5이상~0.8미만을 中HDI 국가, 0.5미만을 低HDI국가로 분류하며, 2008년 보고서에서 高HDI 국가는 75개이고, 한국은 총 179개국 중 25위(0.928)에 해당된다

표 5. 국민소득에 따른 세계은행의 국가분류

분 류	국 가
High Human Development (75개국)	아이슬란드, 노르웨이, 캐나다, 호주, 아일랜드, 네덜란드, 스웨덴, 일본, 룩셈부르크, 스위스, 프랑스, 핀란드, 덴마크, 오스트리아, 미국, 스페인, 벨기에, 그리스, 이탈리아, 뉴질랜드, 영국, 홍콩, 독일, 이스라엘, 한국, 슬로베니아, 브루나이 다루살람, 싱가포르, 쿠웨이트, 키프로스, 아랍에미레이트, 바레인, 포르투갈, 카타르, 체코, 몰타, 바베이도스, 헝가리, 폴란드, 칠레, 슬로바키아, 에스토니아, 리투아니아, 라트비아, 크로아티아, 아르헨티나, 우루과이, 쿠바, 바하마, 코스타리카, 멕시코, 리비아, 오만, 세이셸, 사우디아라비아, 불가리아, 트리니다드토바고, 파나마, 앤티가바부다, 세인트 키츠 앤 네비스, 베네수엘라, 루마니아, 말레이시아, 몬테네그로, 세르비아, 세인트 루시아, 벨로루시, 마케도니아, 알바니아, 브라질, 카자흐스탄, 에쿠아도르, 러시아, 모리셔스, 보스니아헤르체고비나
Medium Human Development (78개국)	터키, 도미니카, 레바논, 페루, 콜롬비아, 타이, 우크라이나, 아르메니아, 이란, 통가, 그레나다, 자마이카, 벨리즈, 수리남, 요르단, 도미니카 공화국, 세인트 빈센트 그레나딘, 조지아, 중국, 튀니지, 사모아, 아제르바이잔, 파라과이, 몰디브, 알제리, 엘살바도르, 필리핀, 피지, 스리랑카, 시리아, 팔레스타인 유엔인도주의 업무조정국, 가봉, 투르크메니스탄, 인도네시아, 가이아나, 볼리비아, 몽골, 몰도바, 베트남, 적도기니, 이집트, 온두라스, 카보베르데, 우즈베키스탄, 니카라과, 과테말라, 키르기스스탄, 바누아투, 타지키스탄, 남아프리카공화국, 보츠와나, 모로코, 상투메프린시페, 나미비아, 콩고, 부탄, 인도, 라오스, 솔로몬제도, 미얀마, 캄보디아, 코모로, 예멘, 파키스탄, 모리타니아, 스와질란드, 가나, 마다가스카르, 케냐, 네팔, 수단, 방글라데시, 아이티, 파푸아뉴기니, 카메룬, 지부티, 탄자니아, 세네갈
Low Human Development (26개국)	나이지리아, 레소토, 우간다, 앙골라, 동티모르, 토고, 잠비아, 베냉, 말라위, 잠비아, 에리트레아, 르완다, 코트디부아르, 기니, 말리, 에티오피아, 차드, 기니비사우, 부룬디, 부르키나파소, 니제르, 모잠비크, 라이베리아, 콩고민주공화국, 중앙아프리카공화국, 시에라리온

3.5 물관련 재해조사

WMO 등 세계적으로 재난관련 자료로 많이 활용되는 벨기에 루뱅대학 부설 재난역학연구센터

(CRED)에서 제시한 국가별 1900~2010년의 피해조사결과를 이용하였으며, 피해 중 국가별 물관련 피해(Drought, Flood)만을 고려하였다. 가뭄의 경우 정량화의 어려움으로 '0'으로 표기된 나라가 다수 있었다.

3.6 1인당 이용가능한 수자원량과 취수율

1인당 이용가능한 수자원량과 취수율은 가장 일반적으로 국가별 수자원여건을 평가하기 위하여 사용되는 지표로써, World Resources Institute에서 제공되는 자료를 이용하여 수자원여건을 평가하는데 참고자료로 활용하였다.

3.7 물관리 여건을 고려한 국가분류

위의 조건 중 IMF, OECD, 1인당 국민소득 2만불이상, HDI를 이용하여 국가를 5개 군으로 분류하였으며, CRED의 물관련 재해자료와 1인당 이용가능한 수자원량과 취수율은 참고자료로 활용하였다.

표 6. 수자원 여건을 고려한 국가분류 기준

분류	분류 기준
① 선진국 조건	○ OECD 회원국이거나 IMF의 Advanced Economies에 속하는 국가
② 중상위국 조건	○ 선진국에 속하지 않으며, GNI가 High Income에 속하거나, HDI가 High Human development에 속하는 국가
③ 중위국 조건	○ 선진국과 중상위국에 포함되지 않으며, GNI가 Upper Income에 속하는 국가
④ 중하위국 조건	○ 선진국, 중상위국, 중위국에 포함되지 않으며, GNI가 Lower Middle Income이거나 HDI가 Medium Human development에 속하는 국가
④ 하위국 조건	○ 위의 4가지 조건에 포함되지 않는 국가

4. 국가별 물관리 여건 평가

표 7. 선진국의 수자원여건분류

국가명	강수변동지표	이수여건지표	Drought /면적 (100\$/km ²)	Drought /인구 (0.001\$/인)	취수여건지표	Flood /면적 (100\$/km ²)	Flood /인구 (0.001\$/인)	강수량	1인당 이용가능한 수자원량	취수율
이스라엘	0.982	0.832	34	10,870	1.165	18	5,797	250이상	물기근	고
키프로스	0.915	0.675	0	0	0.944	0	0	250이상	물부족	고
한국	0.862	0.537	0	0	1.075	292	60,602	1250이상	물부족	최고
멕시코	0.834	0.588	8	14,977	0.823	23	42,171	750이상	물부족	No
포르투갈	0.608	0.510	157	136,145	0.510	16	13,500	750이상	물부족	최고
터키	0.466	0.419	0	0	0.419	28	30,075	500이상	물부족	최고
체코	0.438	0.301	0	0	0.602	579	443,495	500이상	물부족	중
그리스	0.385	0.367	76	90,090	0.367	93	110,933	250이상	물부족	No
폴란드	0.301	0.265	0	0	0.371	155	127,375	500이상	물부족	최고
스페인	0.290	0.302	211	241,723	0.302	162	185,167	500이상	물부족	No
오스트리아	0.255	0.236	0	0	0.330	429	433,036	750이상	물부족	No
일본	0.254	0.234	0	0	0.328	107	31,651	1500이상	물부족	최고
슬로바키아	0.246	0.230	0	0	0.321	46	42,093	500이상	물부족	자료 없음
헝가리	0.231	0.219	106	98,400	0.307	57	52,640	500이상	물부족	No
핀란드	0.227	0.252	0	0	0.252	0	0	500이상	물부족	고
스웨덴	0.205	0.279	0	0	0.200	4	19,109	500이상	물부족	No
노르웨이	0.203	0.199	0	0	0.278	9	63,830	1000이상	물부족	최고
이탈리아	0.202	0.230	27	13,491	0.230	756	384,159	750이상	물부족	No
슬로베니아	0.169	0.199	0	0	0.199	2	2,500	1250이상	물부족	자료 없음
아일랜드	0.165	0.195	0	0	0.195	5	8,636	1000이상	물부족	최고
스위스	0.142	0.170	0	0	0.170	690	379,800	1000이상	물부족	최고
영국	0.133	0.137	0	0	0.192	643	257,311	750이상	물부족	No
네덜란드	0.124	0.178	0	0	0.127	219	55,188	750이상	물부족	No
덴마크	0.123	0.178	174	139,204	0.127	0	0	750이상	물부족	고
독일	0.122	0.147	0	0	0.147	382	165,900	500이상	물부족	No
뉴질랜드	0.119	0.123	4	23,810	0.172	13	85,905	750이상	물부족	최고
프랑스	0.087	0.098	29	26,094	0.098	94	83,271	1000이상	물부족	No
캐나다	0.082	0.107	5	146,201	0.077	2	62,003	750이상	물부족	No

※ 수자원여건분류: 0~0.2 : 매우양호, 0.2~0.3 : 양호, 0.3~0.6 : 보통, 0.6~0.8 : 불리, 0.8~1.0 : 매우 불리

표 8. 중상위국의 수자원여건분류

국가명	강수변동지표	이수여건지표	Drought/면적 (100\$/km ²)	Drought/인구 (0.001\$/인)	치수여건지표	Flood/면적 (100\$/km ²)	Flood/인구 (0.001\$/인)	강수량	1인당 이용가능 수자원량	취수율
리비아	0.925	0.805	0	0	0.805	0	6,806	000이상	물기근	No
트리니다드토바고	0.646	0.535	0	0	0.535	0	54	1250이상	물풍요	No
모리셔스	0.612	0.440	858	134,615	0.616	0	0	1250이상	물풍요	최고
베네수엘라	0.584	0.593	0	0	0.424	35	116,178	750이상	물풍요	고
사우디아라비아	0.571	0.417	0	0	0.584	4	38,462	000이상	물기근	No
오만	0.564	0.482	0	0	0.482	0	0	000이상	물기근	No
코스타리카	0.540	0.560	5	5,333	0.400	79	89,556	2250이상	물풍요	No
파나마	0.540	0.560	0	0	0.400	6	12,788	2000이상	물풍요	No
세인트루시아	0.475	0.364	0	0	0.510	0	0	1250이상	자료 없음	자료 없음
쿠바	0.381	0.313	17	16,352	0.438	18	18,088	1000이상	물풍요	고
칠레	0.372	0.269	3	15,361	0.537	9	41,717	500이상	물풍요	No
브라질	0.299	0.308	6	24,845	0.308	7	33,155	1750이상	물풍요	No
카자흐스탄	0.268	0.244	0	0	0.341	1	11,409	250이상	물풍요	No
에스토니아	0.261	0.335	0	0	0.239	0	0	500이상	물풍요	No
라트비아	0.220	0.295	0	0	0.211	0	0	500이상	물풍요	No
루마니아	0.210	0.178	21	23,256	0.356	104	115,125	500이상	물풍요	No
리투아니아	0.197	0.226	43	81,904	0.226	0	0	500이상	물풍요	No
말레이시아	0.175	0.154	0	0	0.308	33	40,455	2500이상	물풍요	중
마케도니아	0.149	0.153	0	0	0.268	97	124,300	500이상	물풍요	자료 없음
불가리아	0.146	0.150	0	0	0.210	41	60,263	500이상	물풍요	최고
크로아티아	0.130	0.118	58	75,000	0.235	0	0	750이상	물풍요	자료 없음
아르헨티나	0.096	0.168	0	3,038	0.084	31	220,208	750이상	물풍요	중
우루과이	0.063	0.082	14	75,758	0.041	5	26,970	1000이상	물풍요	최고

※ 수자원여건분류: 0~0.1 : 매우양호, 0.1~0.35 : 양호, 0.35~0.5 : 보통, 0.5~0.8 : 불리, 0.8~1.0 : 매우 불리

표 9. 중위국의 수자원여건분류

국가명	강수변동지표	이수여건지표	Drought/면적 (100\$/km ²)	Drought/인구 (0.001\$/인)	치수여건지표	Flood/면적 (100\$/km ²)	Flood/인구 (0.001\$/인)	강수량	1인당 이용가능 수자원량	취수율
벨리즈	0.500	0.529	0	0	0.378	5	41,323	2000이상	물풍요	No
자메이카	0.439	0.402	6	2,407	0.402	153	62,385	750이상	물풍요	고
페지	0.362	0.301	16	37,500	0.422	53	121,559	2250이상	물풍요	No
남아프리카공화국	0.214	0.241	8	20,325	0.241	10	24,594	500이상	물부족	최고

※ 수자원여건분류: 0~0.4 : 보통, 0.4~0.7 : 불리, 0.7~1.0 : 매우 불리

표 10. 중하위국의 수자원여건분류(계속)

국가명	강수변동지표	이수여건지표	Drought/면적 (100\$/km ²)	Drought/인구 (0.001\$/인)	치수여건지표	Flood/면적 (100\$/km ²)	Flood/인구 (0.001\$/인)	강수량	1인당 이용가능 수자원량	취수율
이집트	0.984	0.841	0	0	1.178	2	1,935	000이상	물기근	No
요르단	0.981	0.829	0	0	1.161	0	576	250이상	물기근	최고
몽골	0.979	0.717	0	0	1.434	0	9,755	250이상	물풍요	No
미얀마	0.963	0.893	0	0	0.893	2	2,749	1750이상	물풍요	No
엘살바도르	0.961	0.887	105	36,131	0.887	134	46,148	1500이상	물풍요	No
이라크	0.948	0.852	0	68	0.852	1	2,010	000이상	물풍요	No
인도	0.947	0.636	7	2,096	1.273	90	25,402	1250이상	물부족	No
라오스	0.944	0.721	0	164	1.010	2	6,493	1500이상	물풍요	고
필리핀	0.908	0.666	2	727	0.932	41	13,870	2000이상	물기근	고
시리아	0.907	0.774	0	0	0.774	2	2,146	250이상	물부족	No
마다가스카르	0.864	0.539	0	0	1.077	3	8,065	1500이상	물풍요	No
타지키스탄	0.840	0.692	4	8,507	0.692	32	68,357	250이상	물풍요	No
스와질란드	0.762	0.621	1	1,449	0.621	0	42	1000이상	물풍요	중
캄보디아	0.759	0.619	8	9,650	0.619	18	22,944	1500이상	물풍요	No
우즈베키스탄	0.753	0.736	1	1,859	0.526	0	0	250이상	물풍요	No
베트남	0.714	0.584	20	7,539	0.584	84	32,155	1750이상	물풍요	No
네팔	0.706	0.578	1	353	0.578	70	36,652	1250이상	물풍요	No
태국	0.671	0.663	8	6,333	0.474	81	61,969	1250이상	물풍요	중
이란	0.667	0.550	19	45,580	0.550	44	105,698	250이상	물풍요	최고
중국	0.634	0.527	21	15,131	0.527	147	105,910	750이상	물풍요	고
탄자니아	0.633	0.632	0	0	0.452	0	189	1000이상	물풍요	최고

※ 수자원여건분류: 0~0.3 : 보통, 0.3~0.6 : 불리, 0.6~1.0 : 매우 불리

표 10. 중하위국의 수자원여건분류(계속)

국가명	강수 변동 지표	이수 여건 지표	Drought /면적 (100\$/km ²)	Drought /인구 (0.001\$/인)	최수 여건 지표	Flood /면적 (100\$/km ²)	Flood /인구 (0.001\$/인)	강수량	1인당 이용가능 수자원량	취수율
가나	0.582	0.592	0	4	0.423	5	4,725	1000이상	물풍요	중
파키스탄	0.554	0.317	3	1,426	0.951	37	17,137	500이상	물부족	No
키르기즈스탄	0.446	0.348	0	0	0.488	0	992	250이상	물풍요	No
알제리	0.437	0.481	0	0	0.343	3	22,564	250이상	물기근	최고
사모아	0.435	0.343	0	0	0.480	5	7,500	2750이상	자료 없음	자료 없음
스리랑카	0.405	0.326	0	0	0.456	57	18,812	1750이상	물풍요	고
우크라이나	0.404	0.285	0	0	0.569	21	27,994	1750이상	물풍요	No
튀니지	0.404	0.285	0	0	0.569	27	43,644	1750이상	물기근	최고
아르메니아	0.394	0.280	34	32,258	0.560	3	2,619	250이상	물풍요	고
아제르바이잔	0.391	0.318	12	11,628	0.445	11	11,186	500이상	물풍요	최고
케냐	0.309	0.210	0	40	0.631	0	592	750이상	물기근	중
바누아트	0.271	0.246	0	0	0.345	0	0	2250이상	자료 없음	자료 없음
몰도바	0.248	0.202	120	109,730	0.403	107	97,996	500이상	물풍요	최고
도미니카공화국	0.236	0.223	1	510	0.312	20	9,962	750이상	물풍요	No
파라과이	0.195	0.269	0	0	0.192	2	15,173	1500이상	물풍요	No
콜롬비아	0.186	0.258	0	0	0.185	1	3,544	1750이상	물풍요	No
인도네시아	0.178	0.208	1	713	0.208	13	10,763	2250이상	물풍요	최고
몰디브	0.175	0.205	0	0	0.205	200	20,000	2000이상	물기근	최고
파푸아뉴기니	0.166	0.196	0	0	0.196	1	9,004	2250이상	물풍요	No
페루	0.156	0.223	2	10,386	0.159	1	2,842	750이상	물풍요	고

※ 수자원여건분류: 0~0.3 : 보통, 0.3~0.6 : 불리, 0.6~1.0 : 매우 불리

표 11. 하위국의 수자원여건분류

국가명	강수 변동 지표	이수 여건 지표	Drought /면적 (100\$/km ²)	Drought /인구 (0.001\$/인)	최수 여건 지표	Flood /면적 (100\$/km ²)	Flood /인구 (0.001\$/인)	강수량	1인당 이용가능 수자원량	취수율
말리	0.992	0.789	0	0	1.577	0	0	500이상	물풍요	최고
잠비아	0.990	0.883	0	0	1.236	0	1,699	750이상	물풍요	No
아프카니스탄	0.941	0.626	0	10	1.252	6	15,057	250이상	물풍요	최고
북한	0.909	0.583	0	0	1.166	1,454	739,722	750이상	물풍요	고
모잠비크	0.836	0.516	1	2,283	1.032	21	42,813	1000이상	물풍요	No
에티오피아	0.766	0.468	1	1,178	0.936	0	217	1000이상	물부족	No
우간다	0.356	0.261	0	59	0.522	0	35	1250이상	물풍요	중

※ 수자원여건분류: 0~0.4 : 불리, 0.4~1.0 : 매우 불리

※ Drought는 가뭄피해액, Flood는 홍수피해액을 나타내며, 가뭄정량화 및 조사의 어려움으로 '0'으로 표기된 국가가 많이 있음

5. 결과

1인당이용가능수자원량이나 취수율 등과 같이 인구 또는 취수량의 특정부분만을 고려하여 평가함으로써 물부족등의 대표성을 표현하기 힘든 단점과 WPI와 같이 복잡성으로 인하여 직관성이 부족한 단점을 보완한 월별강수량변동특성과 국가의 발전정도를 활용한 강수변동지표를 개발함으로써 국가별 수자원여건평가에 좀 더 신뢰성 있는 정보가 제공가능할 것이다. 또한, 향후 추가적인 연구를 통하여 이용 목적에 따라서 유역의 특성(면적 및 하도길이)을 반영함으로써 2002년 요하네스버그에서 열린 세계지속가능개발(WSSD; World Summit on Sustainable Development)회의에서 MDG'S(Millennium Development Goals, 새천년개발목표)에 위생(Sanitation)에 관한 지수가 추가되면서 “2015년까지 안전한 식수와 위생을 제공받지 못하는 인구를 절반으로 줄임”을 새로이 설정되었는데, 이러한 국제적 지원에 대한 의사결정에도 활용가능한 자료가 될 것으로 생각된다.

참고 문헌

1. 정영근, 배현희(2003), OECD 지속가능발전지표 개발에 따른 국내 통계 발전방향연구(한국환경정책평가연구원)
2. IMF 홈페이지(<http://www.imf.org/external/index.htm>)
3. OECD 홈페이지(<http://www.oecd.org/>)
4. Human Development Report(2007/2008)
5. The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters 홈페이지(<http://www.emdat.be/country-profile>)
6. World Resources Institute 홈페이지(http://earthtrends.wri.org/searchable_db/index.php?theme=2)