논단 1 River & Culture

이 동 률 | 한국건설기술연구원 수자원연구실 책임연구원 (dryi@kict.re.kr)

문 장 원 | 한국건설기술연구원 수자원연구실 연구원 (jwmoon@kict.re.kr)

2008년 강수와 가뭄 현황

1. 서론

가뭄은 일반적으로 물 수요에 비하여 공급이 부족한 현상을 말한다. 물 공급의 원천은 강수량이다. 강수량 부족은 토양의 수분과 하천의 유량 감소로 이어져 농작물의 피해와 우리 사회가 필요로 하는 생·공용수의 부족을 초래한다. 1900년대 이후 우리나라는 5~10년마다 극심한 가뭄을 겪어 왔고, 1990년 이후부터는 지역에 따라 크고 작은 가뭄을 거의 매년 경험하고 있다. 가뭄은 사회, 경제 및 환경적으로 심각한 피해를 주고 있다. 1995년의 가뭄 기간에는 49개 시·군의 약 36만명이 제한급수를 받았으며, 가뭄대책 사업비로 4,827억원이 지원되었다. 또한, 2001년 봄 가뭄에서는 86개 시·군의 약 30만명이 제한급수를 받았고, 가뭄대책 사업비로 2,778억원이 지원되었다. 가뭄으로 인한 공업용수의 부족 역시 막대한 경제적 피해를 주었다. 1990년 울산 지역에서는 물 부족으로 인한 공장 가동률이 15~30%에 그쳐 2.4~4.8조원의 경제적 피해를 입은 것으로 추정되었다. 또한, 2001년 봄 강수량이 예년의 30% 수준에 머물러 2/4분기 경제성장률은 0.4% 감소하고, 물가는 0.28% 상승하는 것으로 분석되었다(이동률, 2002).

2008년 현재 우리나라는 강수량의 부족으로 인해 전라남도, 경상남도 등 남부지방을 중심으로 가뭄이 발생하고 있고, 이는 2009년까지 지속될 수 있어 물 부족에 의한 피해의 우려를 낳고 있다. 우리나라는 기상 특성상 여름철 장마기간 및 태풍 등으로 인해 발생한 많은 양의 강수를 이용하여 나머지 기간 동안 필요한 용수를 공급하는 체계를 이루고 있으나 2008년에는 여름철 강수의 부족으로 인해 벌써부터 제한급수 등 가뭄 피해가 발생하고 있다. 본 고에서는 기상청 주요 지점의 강수량 관측자료를 이용하여 현재 우리나라의 강수 현황을 검토하였으며, 예년 평균과의 비교를 통해 현재 우리나라의 강수 현황이 과거와 비교하여 어느 정도의 가뭄 수준인가를 분석하였다. 또한 Palmer 가뭄지수(Palmer Drought Severity Index, PDSI)와 표준강수지수(Standardized Precipitation Index, SPI) 등의 가뭄지수를 산정한 후 그 결과를 검토하여 현재 가뭄의 정도 및 공간적인 분포 현황을 검토하였다.

2. 강수 현황

우리나라의 강수 현황을 검토하기 위하여 기상청 53개 관측소의 강수량 관측자료를 이용하였다. 이들 관측소의 강수량 관측자료를 이용하여 2008년 연 강수량을 산정하고 이를 예년 평균과 비교하였으며, 3~5월(봄), 6~8월(여름), 9~11월(가을), 12월(겨울)로 계절을 구분하여 계절별 강수량을 산정한 후 그 결과를 예년 평균과 비교하여 계절별 강수 발생 현황을 검토하였다. 겨울철 강수량의 경우 12월부터 다음 해 2월까지의 기간 동안 발생한 강수량을 이용하여야

하지만 본 고의 분석 대상기간이 2008년 12월까지이므로 겨울철 강수량은 12월 한 달 동안의 강수량을 기준으로 검토를 수행하였다.

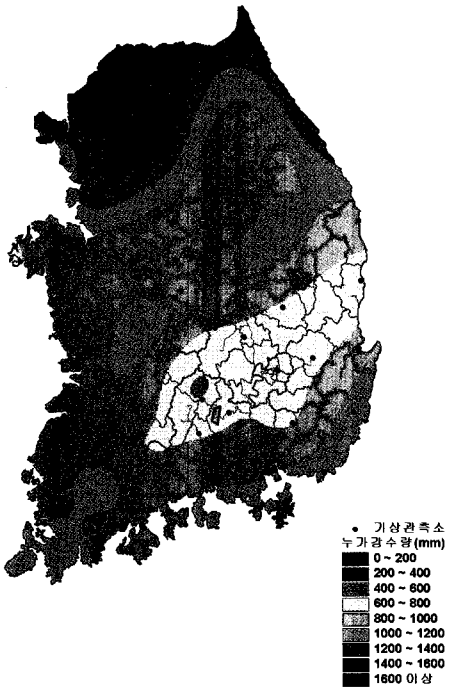
2.1 누가강수량 현황

2008년 한 해 동안 발생한 강수량에 대한 검토를 통해 2008년 우리나라의 강수 현황에 대한 검토를 수행하였다. 〈표 1〉은 53개 분석 대상 관측소 중 20개 관측소에 대해 2008년 누가강수량 현황 및 예년 대비 비율을 정리하여 나타낸 것이며, 〈그림 1과 2〉는 2008년 1월부터 12월까지 누가강수량 등우선도 및 예년 대비 연강수량 비율의 전국 분포를 나타내고 있다.

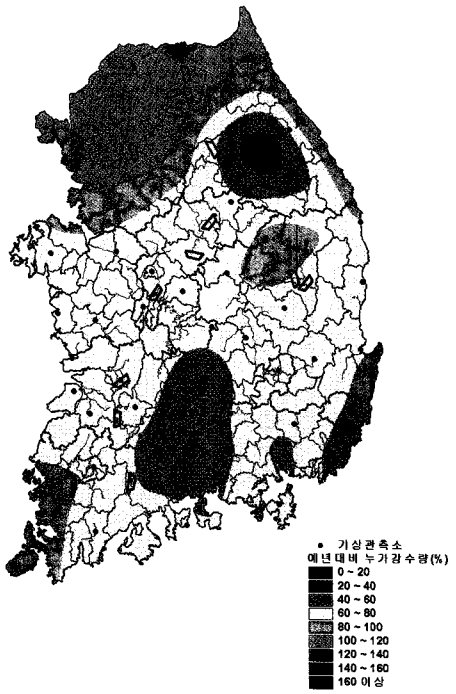
〈표 1〉의 결과에서 중부지방에 위치하고 있는 속초, 춘천, 서울 등의 관측소는 예년 평균 누가강수량보다 많거나 비슷한 양의 강수 현황을 보이고 있으나 남부지방에 위치한 관측소의 경우에는 대부분 예년 평균 누가강수량의 80%에도 미치지 못하는 수준을 나타내고 있으며, 특히 진주 관측소의 경우 60% 미만의 결과를 보이고 있어 매우 적은 양의 강수량이 발생하였음을 알 수 있다. 이러한 결과는 〈그림 1〉과 〈그림 2〉의 누가강수량 등우선도 및 예년 대비 비율 분포에서 보다

〈표 1〉 주요 관측소별 누가강수량 현황 및 예년 대비 비율(2008년)

No.	관측소	누가강수량(㎜)	예년 대비 비율(%)
090	속초	1,415.0	103.4
101	춘천	1,439.4	109.4
105	강릉	1,342.7	99.7
108	서울	1,356.3	104.1
119	수원	1,342.9	102.5
129	서산	909.6	73.4
131	청주	891.8	72.4
133	대전	1,037.6	75.5
135	추풍령	818.5	72.4
138	포항	885.4	78.7
140	군산	901.0	74.4
143	대구	761.4	76.1
146	전주	1,000.0	78.3
152	울산	1,112.3	87.1
156	광주	1,007.2	76.3
159	부산	1,168.3	84.6
162	통영	1,150.0	80.5
165	목포	960.5	89.6
168	여수	959.8	70.3
192	진주	885.6	58.7



〈그림 1〉 누가강수량 등우선도



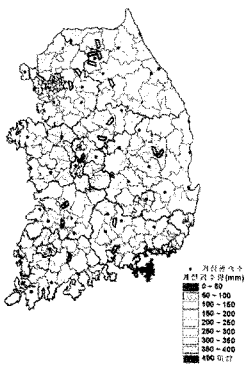
〈그림 2〉 예년 대비 누가강수량 비율

명확하게 확인할 수 있다.

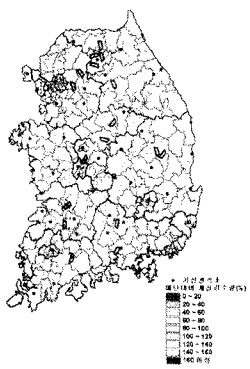
2.2 계절별 강수량 현황

주요 지점에 대한 계절별 강수량 현황을 〈그림 3~10〉에 정리하였다. 계절 구분은 3~5월까지를 봄, 6~8월까지 여름, 9~11월까지 가을, 그리고 12월을 겨울로 구분하였으며, 해당 기간 동안 발생한 강수량의 합을 계절강수량으로 산정하였다. 3~5월의 봄철 강수량 현황을 살펴보면 충청남북도 지역에 위치한 서산, 청주, 대전, 추풍령 관측소의 강수량이 예년에 비해 적었음을 알 수 있으며, 경상남도의 진주 관측소 역시 예년 대비 약 60%의 강수 현황을 나타내고 있다. 6~8월의 여름철 강수량의 경우에는 추풍령, 여수, 진주 관측소의 강수량이 예년 대비 80% 미만의 결과를 나타내고 있으며, 9월부터 11월까지의 가을철 강수량은 모든 관측소에서 예년 대비 80% 미만의 결과를 나타내고 있다. 특히 대구의 경우 예년 대비 약 20% 정도의 강수량을 나타내고 있으며, 진주 관측소는 가을철 강수량 또한 예년의 30% 수준으로 나타나고 있다. 마지막으로 12월 강수량을 이용하여 겨울철 강수량을 검토해본 결과 서울, 경기, 강원지역에 위치한 관측소에서는 100% 이상의 예년 대비 강수량 비율을 나타내고 있으나 남부지방으로 갈수록 예년 대비 비율이 감소하고 있으며, 특히 진주 관측소는 예년 대비 13.7% 수준에 불과하여 1년 내내 강수량 부족의 상황이 진행된 것으로 보인다. 따라서 현재 우리나라 남부지방에서 나타나고 있는 가뭄현상은 봄부터 진행된 강수량 부족으로 인한 결과라고 볼 수 있으며, 특히 여름철과 가을철의 강수량 부족이 직접적인 원인으로 작용한 것으로 판단된다.

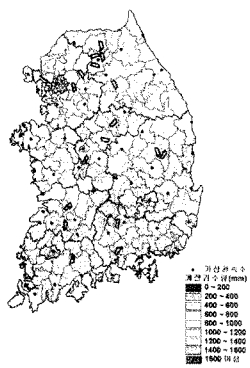
계절별 강수량과 예년 대비 비율을 전국 분포 단위로 다시 살펴보면, 봄철 강수량 분포는 충청권과 경상북도 북부지역을 중심으로 예년 대비 40~60%의 강수량 분포를 나타내고 있으며, 남해안 일부 지역에서도 이와 같은 분포가 나타나고 있다. 여름철 강수량의 전국 분포를 살펴보면 봄철 강수량이 적었던 지역 대부분에서 예년 대비 80% 이상 강수량이 발생하여 봄철 강수 부족 상황이 해소된 것으로 나타나고 있으



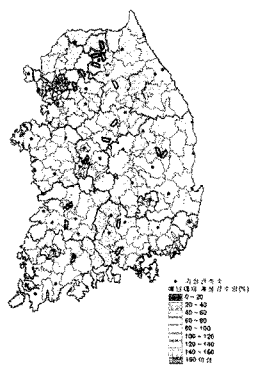
〈그림 3〉 3~5월(봄) 등우선도



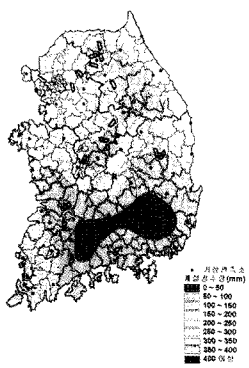
〈그림 4〉 예년 대비 3~5월 강수량 비율



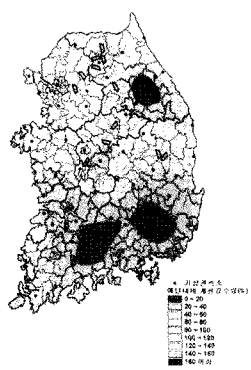
〈그림 5〉 6~8월(여름) 등우선도



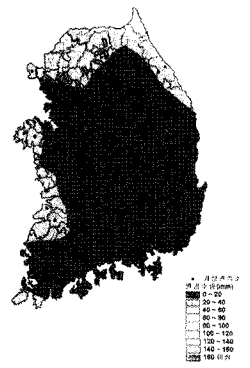
〈그림 6〉 예년 대비 6~8월 강수량 비율



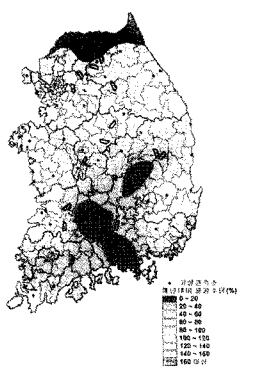
〈그림 7〉 9~11월(가을) 등우선도



〈그림 8〉 예년 대비 9~11월 강수량 비율



〈그림 9〉 12월(겨울) 등우선도



〈그림 10〉 예년 대비 12월 강수량 비율

〈표 2〉 PDSI와 SPI에 의한 가뭄 분류 기준

PDSI		SPI	
범위	분류	범위	분류
4.00 이상	극한 습윤	2.00 이상	극한 습윤
3.00 ~ 3.99	심한 습윤	1.50 ~ 1.99	심한 습윤
2.00 ~ 2.99	보통 습윤	1.00 ~ 1.49	보통 습윤
1.00 ~ 1.99	약한 습윤		
-0.99 ~ 0.99	정상 상태	-0.99 ~ 0.99	정상 상태
-1.99 ~ -1.00	약한 가뭄	-1.49 ~ -1.00	보통 가뭄
-2.99 ~ -2.00	보통 가뭄		
-3.99 ~ -3.00	심한 가뭄	-1.99 ~ -1.50	심한 가뭄
-4.00 이하	극한 가뭄	-2.00 이하	극한 가뭄

나 섬진강과 남강유역이 위치하고 있는 지역에서는 예년 대비 40~60%의 강수량을 나타내고 있다. 가을철 강수량의 분포에서는 전국적으로 강수량 부족 현상이 심화되고 있음을 알 수 있다. 남부지방을 중심으로 예년 대비 20% 미만에 해당하는 지역들이 나타나고 있으며, 남부지방 대부분의 지역에서 예년 대비 약 40% 미만의 강수가 발생한 것으로 나타나고 있다. 마지막으로 겨울철 강수량 발생 현황을 살펴보면 전국 대부분 지역에서 20㎜ 이하의 강수량을 나타내고 있으며, 이를 예년 평균과 비교해보면 남부지방 대부분에서 40% 이하의 결과를 나타내고 있다. 따라서 2008년 가을에 시작된 강수 부족 현상은 지속적으로 진행 중에 있다고 판단할 수 있으며, 남부지방 내륙 및 남해안에서 그 정도가 보다 심각한 상황임을 알 수 있다.

3. 가뭄 현황

앞서 우리나라의 강수 현황을 분석한 바와 같이 현재 남부지방을 중심으로 강수량 부족으로 인한 가뭄현상이 나타나고 있다. 본 절에서는 가뭄 상황을 판단하기 위해 세계적으로 널리 이용되고 있는 Palmer 가뭄지수(PDSI)와 표준강수지수(SPI)를 이용하여 현재 우리나라의 가뭄 관련 상황을 판단하고 가뭄심도가 어느 정도인지를 분석하였다. 이때 SPI는 지속기간에 따라 다양한 결과가 나타날 수 있으므로 본 고에서는 지속기간 3개월과 6개월에 해당하는 SPI를 산정하여 분석에 활용하였다. PDSI는 장기 가뭄에 대한 지표로 활용할 수 있으며, 지속기간 3개월 SPI는 단기 가뭄, 그리고 지속기간 6개월 SPI는 중기 가뭄에 대한 지표로서의 의미를 갖는다. PDSI와 SPI를 이용하여 가뭄의 수준에 대한 판단은 다음 〈표 2〉와 같은 기준을 바탕으로 이루어진다. 본 절에서는 PDSI와 SPI(지속기간 3개월 및 6개월)에 대한 2008년 월별 지수 변동을 검토하여 가뭄의 진행 상황을 파악하였으며, 그 결과를 〈그림 11~13〉에 나타내었다.

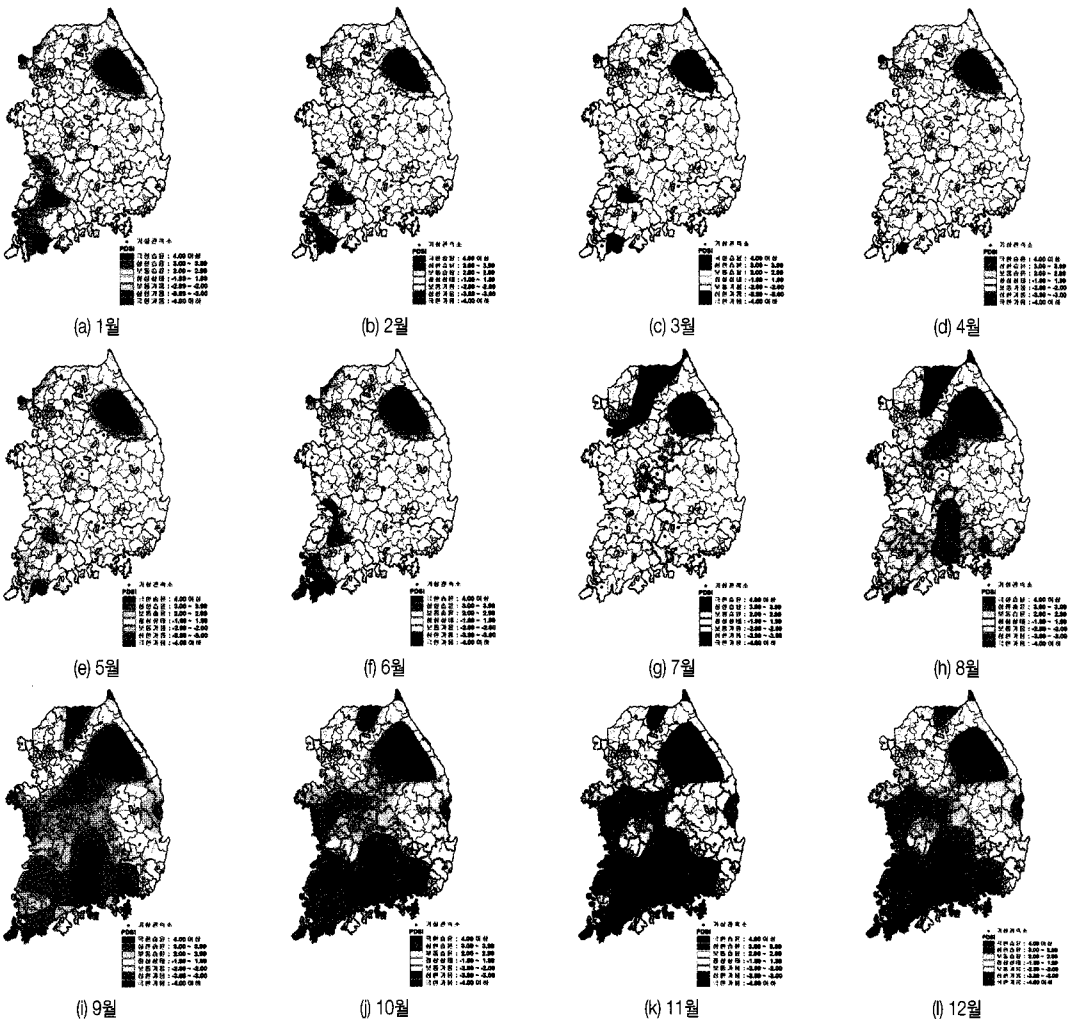
PDSI 산정 결과를 이용하여 2008년 12월 현재 가뭄 상황을 검토하면 충청권 이남 지역에 위치하고 있는 관측소는 모두 보통 가뭄 단계에 포함되어 있으며, 일부 관측소의 경우 심한 가뭄 단계 상황이 발생하고 있다. 특히 진주 관측소의 경우 12월 현재 극한 가뭄 상황이 나타나고 있으며, 가뭄은 7월부터 나타나기 시작하여 이후 점차 그 정도가 심화되고 있는 상황이다. 단기 가뭄을 표현하는 지속기간 3개월 SPI의 경우 가뭄 상황과 정상 상태가 반복되는 결과를 보여주고 있으며, 2008년 12월 현재 충청권 이하 남부지방에서 보통 가뭄 이상의 가뭄 상황이 나타나고 있다. 지속기간 3개월 SPI에서는 청주 관측소의 가뭄 상황이 가장 심한 것으로 나타나고 있으며, 대전, 군산, 전주, 울산 관측소의 경우에도 심한 가뭄 이상의 상황이 나타나고 있다. 지속기간 6개월 SPI를 살펴보면 전반적으로 지속기간 3개월 SPI보다는 가뭄 정도가 심하지 않은 것으로 나타나고 있으며, 2008년 12월 현재 앞서 살펴본 PDSI 및 지속기간 3개월 SPI의 결과와 마찬가지로 충

청권 이하 남부지방의 관측소 대부분이 보통 가뭄 단계 이상의 가뭄 상황을 나타내고 있음을 알 수 있다.

〈그림 11~13〉은 2008년 1월부터 12월까지 각 월별로 산정된 가뭄지수(PDSI, 지속기간 3개월 및 6개월 SPI)를 이용하여 지수의 전국 분포를 나타낸 것이다. 이를 통해 현재 나타나고 있는 가뭄의 진행과정을 보다 명확하게 파악할 수 있으며, 어떠한 형태로 확산되고 있는지 판단할 수 있다.

〈그림 11〉의 PDSI에 의한 결과를 살펴보면 6월까지는 강원도 내륙의 대관령 관측소 인근 지역에서만 극한 가뭄 상황이 나타나고 있으며, 나머지 다른 지역에서는 가뭄 상황이 나타나고 있지 않다. 하지만 7월부터는 대관령 관측소 인근 지역 이외에 충남북 및 남해안 지역에서 가뭄이 발생한 것으로 나타나고 있으며, 이후 충남, 충북, 전남, 전북 및 경남 지역을 중심으로 가뭄 발생 지역이 점차 확대되고 있다. 또한 이들 지역을 중심으로 가뭄의 심도 역시 점차 심각한 상황으로 진행되고 있음을 확인할 수 있다.

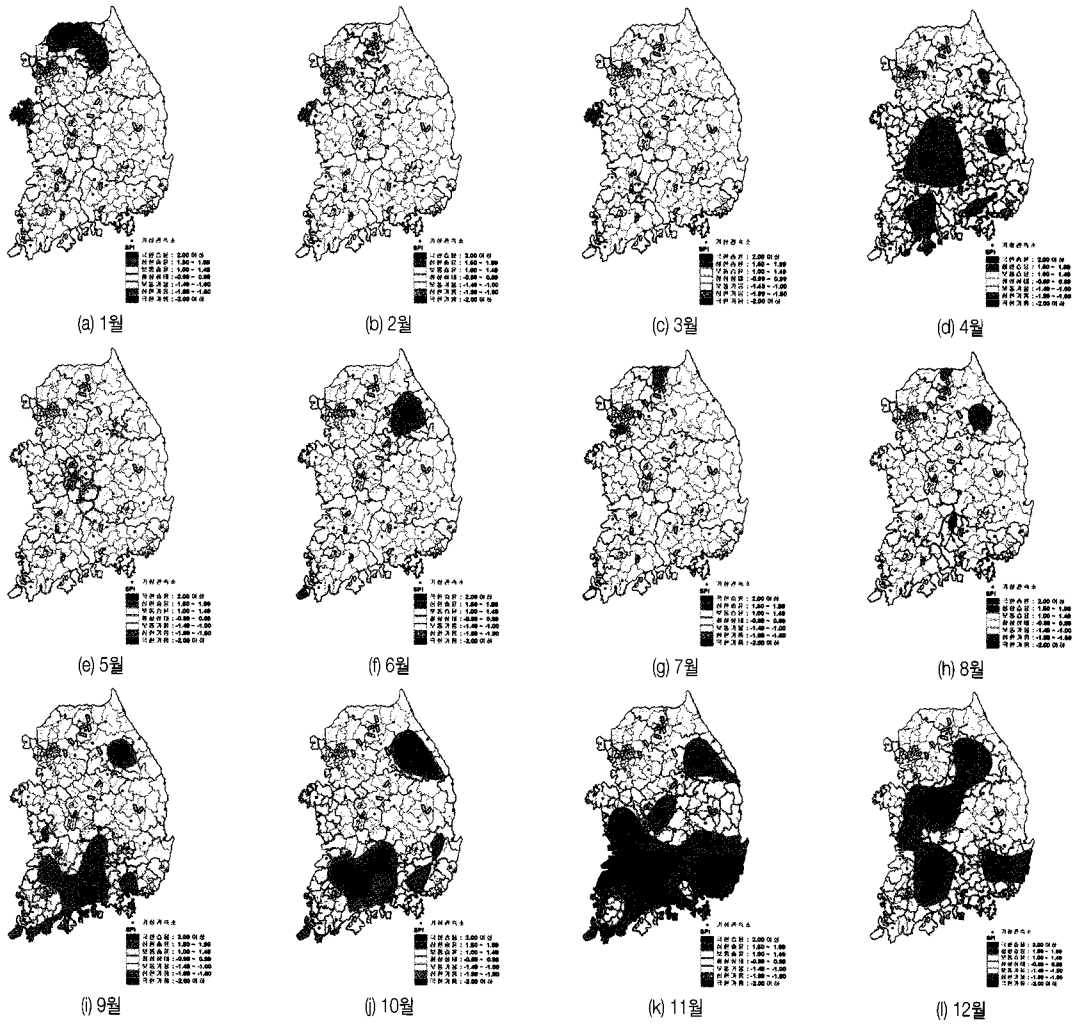
〈그림 12〉는 2008년 1월부터 12월까지 각 월별로 산정된 지속기간 3개월 SPI의 전국 분포를 나타내고 있으며, 이를 이용하여 단기 가뭄에 대한 발생 여부 및 진행 상황을 파악할 수 있다. 1월에는 경기 북부 및 충청 서해안 지역에서 강수량 부족으로 인한 가뭄 상황이 나타나고 있으나 이는 시간이 흐르면서 점차 해소된 것으로 나타나고 있다. 가뭄이 발생한 지역



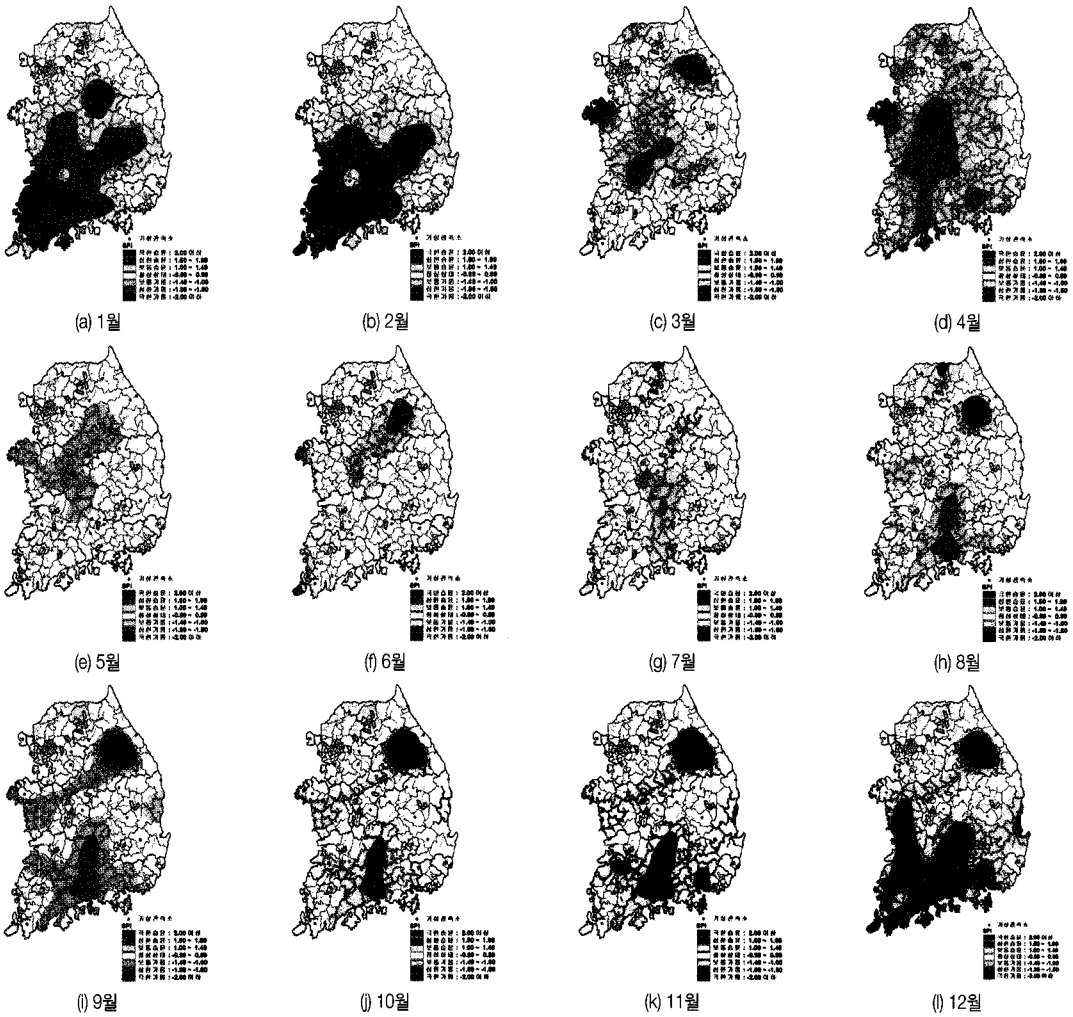
〈그림 11〉 우리나라의 2008년 월별 PDSI 분포

은 3월까지 감소하다가 4월에 다시 남부지방을 중심으로 가뭄이 나타나고 있으나 이후 가뭄 발생 지역은 다시 감소하여 7월에는 전국적으로 가뭄이 모두 해소된 것으로 나타나고 있다. 하지만 8월 이후로는 남부지방과 강원도를 중심으로 가뭄이 다시 발생하여 점점 심화되고 있다. 11월에는 PDSI의 전국 분포에서와 유사한 분포를 나타내고 있으며, 충남, 전북, 경남을 중심으로 극한 가뭄에 해당하는 상황이 나타나고 있으나 12월에는 가뭄의 정도가 다소 완화되어 충남, 충북 및 전북 내륙 지역에서 극한 가뭄에 해당하는 가뭄 상황이 나타나고 있다.

〈그림 13〉은 지속기간 6개월 SPI 산정 결과를 바탕으로 나타낸 각 월별 전국 분포를 도시한 것이다. 지속기간 6개월 SPI의 경우 1월과 2월에는 전국적으로 습윤 상태가 나타나고 있으나 3월부터 가뭄이 나타나기 시작하여 4월에는 전국적으로 가뭄 지역이 확산된 것으로 나타나고 있다. 이후 6월까지 가뭄 발생 지역이 점차 감소하는 것으로 나타나고 있으나 8월부터는 강원도 내륙에서 극한 가뭄에 해당하는 지역이 나타나고 있으며, 이후 가뭄 발생 지역이 점차 확대되고 있다. 또한 남부지방에서는 가뭄 상황은 7월부터 나타나기 시작하여 가뭄의 심도가 점차 심해지고 있고 가뭄 발생 지역 또한 경남 서부, 전남 동부를 중심으로 충남, 전북 지역까지 확대되고 있다.



〈그림 12〉 우리나라의 2008년 월별 SPI(지속기간 3개월) 분포



〈그림 13〉 우리나라의 2008년 월별 SPI(지속기간 6개월) 분포

4. 결론

지금까지 기상청의 강수량 관측자료를 이용하여 2008년 우리나라의 강수 현황을 검토하였으며, 계절별 강수 현황을 분석하였다. 이를 통해 현재 우리나라의 남부지방을 중심으로 발생하고 있는 가뭄 상황에 대한 발생 시기 및 원인에 대한 분석을 수행하였다. 또한 가뭄 관련 상황을 보다 명확하게 파악할 수 있도록 PDSI, SPI 등 세계적으로 널리 이용되고 있는 가뭄지수를 산정하여 그 결과를 검토하였다. 2008년 1월부터 12월까지 기상청의 53개 관측소 자료를 이용하여 가뭄지수를 산정한 후 이를 바탕으로 전국 분포를 분석하였으며, 대표적인 20개 관측소를 대상으로 보다 세부적인 가뭄지수 산정결과 검토를 수행하였다. 검토 결과 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 2008년 12월까지의 누가강수량을 산정하여 검토한 결과 충청권 이하 남부지방에서는 600~1,200㎜의 강수 현황을 보이고 있어 대부분의 지점에서 예년 대비 40~80%의 강수량 비율을 나타내고 있다.

둘째, 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월), 겨울(12월)에 대한 계절별 강수량을 산정하여 검토한 결과, 봄철 강수량의 경우 충청권을 중심으로 40~80%의 예년 대비 강수량을 나

타내고 있으며, 여름철 강수량은 강원 내륙과 남부지방을 중심으로 20~60%의 예년 대비 강수량을 나타내고 있다. 또한 가을철 강수량은 전국 대부분의 지방에서 80% 이하의 예년 대비 강수량을 나타내고 있으며, 특히 강원 내륙 및 남부지방 대부분에서는 40% 이하의 예년 대비 강수량 비율을 보이고 있다. 겨울철 강수량 현황에서는 남부지방 대부분에서 예년 대비 40% 이하의 강수량 비율을 나타내고 있어 남부지방의 강수량 부족 현상은 현재에도 계속되고 있었다.

셋째, PDSI와 SPI 등 가뭄지수를 이용한 분석을 통해 우리나라에서 현재 나타나고 있는 가뭄 현상은 2008년 7월 이후 발생하여 점차 그 지역이 확대되고 있는 것으로 나타났으며, 강원 내륙의 경우 올 한해 지속적으로 가뭄 현상이 나타나고 있는 것으로 확인되었다.

분석 결과를 통해 현재 우리나라에서 나타나고 있는 가뭄 현상은 여름철과 가을철 강수량의 부족이 원인이 되어 발생한 것으로 판단되며, 2008년 7월 이후 발생한 가뭄은 강원 내륙 및 남부지방을 중심으로 점차 그 지역이 확대되고 그 심도 또한 강해지고 있는 것으로 나타나고 있다. 또한 2009년 전반기에도 가뭄은 지속적으로 나타날 가능성이 있어 향후 이 지역에서는 가뭄 관련 대책을 수립하여 시행함으로써 가뭄으로 인해 발생될 수 있는 피해에 적극적으로 대비할 필요가 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 이동률(2002), "국가가뭄관리 시스템의 구축방안", 가뭄대책 심포지움: 가뭄의 진단과 가뭄극복 종합대책, 행정자치부, pp 123-156.
2. 한국수자원공사, 한국건설기술연구원(2002), 가뭄관리 종합대책 수립 연구
3. McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. (1993), "Drought Monitoring with Multiple Time Series", 8th Conf. on Applied Climatology, Boston, American Meteorological Society
4. Palmer, W.C. (1965), Meteorological Drought, U.S. Weather Bureau