(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0124628
(43) 공개일자 2011년11월17일

(51) Int. Cl.
G01W 1/14 (2006.01) *G01W 1/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0044120
(22) 출원일자 2010년05월11일
심사청구일자 2010년05월11일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산 남구 용당동 산 100번지 부경대학교내
(72) 발명자
변희룡
부산 남구 용호1동 LG아파트 142-803
김도우
부산 남구 대연동 572-58 18/3 마이빌 2동 403호
(74) 대리인
특허법인다울

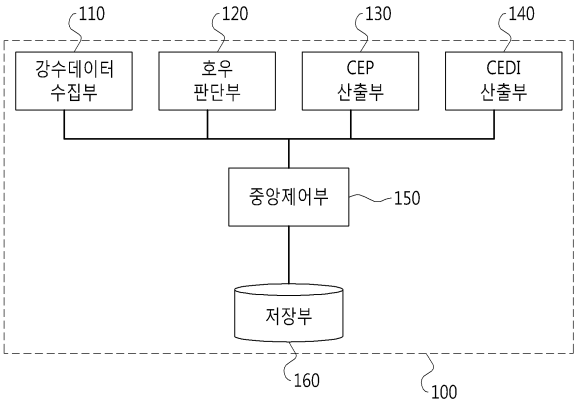
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템 및 그 측정방법

(57) 요 약

본 발명은 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템 및 그 측정방법에 관한 것이다. 좀 더 구체적으로, 본 발명은 특정 기간 동안의 일 강수 데이터들을 수집하는 강수 데이터 수집부와, 상기 강수 데이터 수집부가 수집한 일 강수 데이터들을 가져온 뒤 매일의 강수량을 판단하고, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 이상인 경우 호우라고 판단하며, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 미만인 경우 일반 강수로 판단하는 호우 판단부와, 상기 호우 판단부의 판단결과 호우가 발생한 경우, 호우 시 발생하는 과잉 유출량을 고려하여 호우 고려 유효 누적 강수량(CEP : Corrected effective precipitation)을 산출하는 CEP 산출부 그리고 상기 CEP 산출부가 산출한 CEP를 미리 설정된 수학식에 반영하여 CEDI(CEDI: Corrected Effective Drought Index)를 산출하는 CEDI 산출부를 포함한다. 본 발명에 따르면, 본 발명은 호우가 발생하는 경우 땅 위에 내린 비가 토양에 흡수될 여유 없이 짧은 시간 내 유출되게 되는 점을 고려하여 호우 고려 유효 누적 강수량을 계산하며 그 호우 고려 유효 누적 강수량를 이용하여 가뭄 지수를 판단함으로써 정확한 가뭄 진단을 할 수 있는 장점이 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 CATER 2006-2306
부처명 기상청
연구관리전문기관
연구사업명 기상기술개발사업
연구과제명 가뭄의 특성 및 주기성과 원격 상관성에 관하여
기여율
주관기관 재단법인 기상지진기술 개발사업단
연구기간 2010년 03월 01일 ~ 2011년 02월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

특정 기간 동안의 일 강수 데이터들을 수집하는 강수 데이터 수집부;

상기 강수 데이터 수집부가 수집한 일 강수 데이터들을 가져온 뒤 매일의 강수량을 판단하고, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 이상인 경우 호우라고 판단하며, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 미만인 경우 일반 강수로 판단하는 호우 판단부;

상기 호우 판단부의 판단결과 호우가 발생한 경우, 호우 시 발생하는 과잉 유출량을 고려하여 호우 고려 유효 누적 강수량(CEP : Corrected effective precipitation)을 산출하는 CEP 산출부; 및

상기 CEP 산출부가 산출한 CEP를 미리 설정된 수학식에 반영하여 CEDI(CEDI: Corrected Effective Drought Index)를 산출하는 CEDI 산출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 CEP 산출부는,

매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량을 감하여 CEP를 산출하고,

상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값임을 특징으로 하는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 CEP 산출부는,

매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량에 미리 설정된 비를 곱한 값을 감하여 CEP를 산출하고,

상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값임을 특징으로 하는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 CEP 산출부는,

호우가 발생한 경우, 호우 시 발생한 잉여 강수량에 미리 설정된 지수 함수를 적용시켜 CEP를 산출하고,

상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값임을 특징으로 하는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템.

청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 CEDI 산출부는,

달력 일마다 상기 특정 기간 동안의 평균 CEP(MCEP : Mean CEP)를 구하고, 매일의 CEP 값들과 그에 상응하는 달력 일의 MCEP의 차(DCEP: Deviation of CEP)를 구하며, 달력 일마다 DCEP의 표준편차를 구하고, 매일의 DCEP값을 그에 상응하는 달력일의 DCEP의 표준 편차 값으로 나누어서 CEDI를 산출하는 것을 특징으로 하는 호우 시 과

잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템.

청구항 6

(A)가뭄 강도 측정시스템이 어느 특정 기간 동안의 일 강수 데이터들을 수집하는 단계;

(B)가뭄 강도 측정시스템이 상기 (A)단계에 의해 수집된 일 강수 데이터들을 가져온 뒤 매일의 강수량을 판단하고, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 이상인 경우 호우라고 판단하며, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 미만인 경우 일반 강수로 판단하는 단계;

(C)가뭄 강도 측정시스템이 호우 시 발생하는 과잉 유출량을 고려하여 호우 고려 유효 누적 강수량(CEP : Corrected effective precipitation)을 산출하는 단계; 및

(D)가뭄 강도 측정시스템이 상기 (C)단계에 의해 산출된 CEP를 미리 설정된 수학식에 반영하여 CEDI(CEDI: Corrected Effective Drought Index)를 산출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템의 가뭄 강도 측정방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 (C)단계는,

가뭄 강도 측정시스템이 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량을 감하여 CEP를 산출하고,

상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값임을 특징으로 하는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템의 가뭄 강도 측정방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 (C)단계는,

가뭄 강도 측정시스템이 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량에 미리 설정된 비를 곱한 값을 감하여 CEP를 산출하고,

상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값임을 특징으로 하는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템의 가뭄 강도 측정방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 (C)단계는,

가뭄 강도 측정시스템이 호우가 발생한 경우, 호우 시 발생한 잉여 강수량에 미리 설정된 지수 함수를 적용시켜 CEP를 산출하고,

상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값임을 특징으로 하는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템의 가뭄 강도 측정방법.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 (D)단계는,

(D1)가뭄 강도 측정시스템이 달력 일마다 상기 특정 기간 동안의 평균 CEP(MCEP : Mean CEP)를 구하는 단계;

(D2)가뭄 강도 측정시스템이 매일의 CEP 값들과 그에 상응하는 달력 일의 MCEP의 차(DCEP: Deviation of CEP)

를 구하는 단계;

(D3)가뭄 강도 측정시스템이 달력 일마다 DCEP의 표준편차를 구하는 단계; 및

(D4)가뭄 강도 측정시스템이 매일의 DCEP값을 그에 상응하는 달력일의 DCEP의 표준편차 값으로 나누어서 CEDI를 산출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템의 가뭄 강도 측정방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 호우와 일반 강수를 구분하며 호우 시 발생하는 과잉 유출량을 고려하여 수자원 축적량을 계산하고 이를 기후 평균치와의 비교를 통해 가뭄 지수를 판단함으로써 가뭄 상황을 정확하게 진단할 수 있는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템 및 그 측정방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 본 발명은 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템 및 그 측정방법에 관한 것이다.

[0003] 가뭄은 다른 재해보다 느리게 진행되므로 피해가 커지기 전까지 감지하기가 힘들다. 하지만 가뭄의 진행 상황을 조기에 파악한다면, 이를 대비하여 피해를 경감할 수 있는 시간적 여유를 가질 수 있기 때문에 종래에는 가뭄의 강도를 정량화하기 위한 방법들이 개발되었다.

[0004] 종래에 가뭄의 강도를 정량화하는 가뭄지수로는 SPI(Standardized Precipitation Index) 지수, EDI(Effective Drought Index) 지수가 대표적으로 사용되고 있다. 이하에서는, SPI 지수와 EDI 지수에 대하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0005] 우선, SPI 지수는 1, 3, 6, 12, 24, 48개월 동안의 강수량이 각각의 기간 평균 강수량에 비해 얼마나 부족한지를 표준화된 수치로 보여주는 지수이다. 이 SPI 지수는 어느 지역에서나 공통적인 수치로써 가뭄을 표현하기 때문에 최근까지도 여러 나라에서 널리 사용되고 있다.

[0006] 하지만 이러한 SPI 지수는 1개월에서 48개월까지 다양한 시간규모에 대해 가뭄 강도를 측정하기 때문에 현 지점의 가뭄 강도를 진단하기 위해서는 실무자가 그 다양한 시간규모에 따라 산출된 다양한 값 중 어느 하나를 선택해야 하는 주관적 요소가 개입되기 때문에 정확한 가뭄 강도를 판단할 수 없는 문제점이 있다.

[0007] 또, SPI 지수는 단순히 각 기간별 총 강수량을 이용하기 때문에, 오래 전에 내린 강수에 의해 생성된 수자원의 많은 양이 이미 유출과 증발로 인해 소실됨을 고려하지 못하여 정확한 가뭄 강도를 판단할 수 없는 문제점이 있다. 예를 들어, 12개월 SPI 지수인 경우 12개월 전의 강수량 부족분을 최근 1달 동안의 강수량 부족분과 동일하게 취급하는 것이다.

[0008] 또, SPI 지수는 월 강수량을 바탕으로 계산이 되는데, 한 달 동안의 강수량 통계가 완성되는 그 달의 마지막 날 혹은 다음 달이 되어야 지수 값이 계산되기 때문에 가뭄에 대한 정확한 진단이 어려운 문제점이 있다. 좀 더 구체적으로 가뭄은 하루 만의 호우로 해갈될 수 있으나, SPI 지수의 경우, 한 달 동안의 강수량 통계가 나오기 전까지 계속 가뭄으로 간주하기 때문에 정확한 가뭄 진단을 할 수 없는 것이다.

[0009] 이하에서는 EDI 지수에 대하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0010] 먼저, EDI 지수를 산출하기 위해 기상 관측소에서 기록된 일 강수량 자료를 수집한다. 이때, 30년간 일 강수량 자료를 수집한다.

[0011] 그리고 나서 이전 365일 동안의 일 강수량 자료 및 [수학식 1]을 이용하여 매일의 유효 누적 강수량(EP: Effective precipitation, 이하부터는 'EP'라고 함)을 계산한다.

수학식 1

[0012] $$EP_i = \sum_{n=1}^{i}\left[\left(\sum_{m=1}^{n} P_m\right)/n\right]$$

[0013] 여기서 i는 365일이며, P_m은 m일 전 강수량이다. 따라서, EP는 365일 동안 누적된 유효한 강수량을 나타낸다.

[0014] 이후, 달력 일마다 30년 평균 EP(MEP :Mean EP, 이하부터는 'MEP'라고 함)를 계산한다.

[0015] 그리고 [수학식 2]를 이용하여 매일의 EP 값들과 그에 상응하는 달력 일의 MEP의 차(DEP: Deviation of EP, 이하부터는 'DEP'라고 함)를 산출한다.

수학식 2

[0016] $$DEP_i = EP_i - MEP_i$$

[0017] 이때, 음의 DEP 값은 평년보다 건조함을, 양의 DEP 값은 평년보다 습윤함을 의미한다. 만약, 평년보다 건조한 날 수가 2일 이상 연속되면, 기존 강수량 합산 기간인 365일에 건조 일수를 더한 기간 동안의 강수량을 누적시킨 EP와 그에 상응하는 MEP를 다시 계산한다. 이는 건조기간의 연속성을 가뭄 지수 계산 과정에서 고려하기 위함이다.

[0018] 그리고 나서 달력 일 마다의 DEP의 표준편차를 계산한다. 이후, [수학식 3]을 이용하여 EDI를 산출한다. 좀 더 구체적으로, 매일의 DEP값을 그에 상응하는 달력일의 DEP의 표준 편차 값으로 나누어 줌으로써 표준화된 EDI를 산출하는 것이다.

수학식 3

[0019] $$EDI_i = DEP_i / ST(DEP_i)$$

[0020] 여기서, ST는 표준 편차 (standard deviation)의 약어이다.

[0021] 이러한 EDI 지수는 최근에 내린 강수는 현재 많이 남아있음을, 오래전에 내린 강수는 유출과 증발에 의해 많이 소실되었음을 고려하기 위해, 1년 혹은 그 이상의 기간 동안의 강수량 자료를 합산할 때 시간 경과에 따른 소실의 가중치를 적용한다. 따라서 현존 수자원 량을 사실적으로 반영한다.

[0022] 또, EDI 지수는 월 강수를 토대로 산출되는 대부분의 가뭄 지수들과는 달리 일 강수를 토대로 일 가뭄 강도를 진단한다. 이는 신속한 가뭄 감지를 가능케 하고, 단기 가뭄도 정밀하게 측정할 수 있게 하며, 가뭄의 정확한 시작과 종료일을 정의할 수 있게 한다.

[0023] 또, EDI 지수는 12개월 등으로 한정된 기간의 강수량만을 이용하는 다른 가뭄 지수들과는 달리, 지수 계산 과정에서 건조기간의 연속성을 고려하여 강수량 합산 기간을 결정한다. 이 때문에 단일 지수를 이용하여 수년 이상 연속되는 장기 가뭄도 진단할 수 있다.

[0024] 상술한 바와 같은 이유로 종래에는 EDI 지수가 많이 사용된다. 그러나, 이러한 EDI 지수 또한 문제점이 있다.

[0025] 좀 더 구체적으로, EDI 지수는 일시적인 호우가 발생한 후에 저 강수기간이 나타나는 경우, 실제로 가뭄의 피해가 발생함에도 불구하고 EDI는 가뭄의 상태를 과소 평가하는 것이다.

[0026] 일 예를 들어 설명하자면, 2006년 7월의 경우, 서울에서 약 200㎜ day^{-1} 정도의 호우가 3차례 발생하였다. 하지만 그 후 8월부터 12월까지는 그 기간 평년 강수 618㎜의 36%에 해당하는 225㎜ 밖에 오지 않아 가뭄 피해가 속출하였다.

[0027] 그러나 EDI 지수는 이 시기(8월부터 12월)를 가뭄 상태로 포착하지 못하고 습윤 상태로 진단하였고, SPI 지수 역시 더 습윤한 상태를 지칭하였다. 이러한 불일치는 호우가 발생한 직후 홍수 등으로 유출이 크게 증가하는데 EDI 지수 및 SPI 지수는 이를 감안하지 못하기 때문에 발생하는 것이다.

[0028] 일반적으로 땅 위에 내린 강수는 땅속으로 스며들어 지하수화 되면서 저지대로 흘러가게 되는데, 호우가 내린 경우는 땅속으로 스며들 시간을 가지지 못하기 때문에 많은 양이 하천으로 흘러가 버리게 된다. 또한, 호우 시에는 댐이나 저수지에서 강수를 방류해 버린다.

[0029] 하지만, 종래의 가뭄지수(예컨대, SPI 지수, EDI 지수 등)들은 호우와 일반강수를 구분하지 않고 가뭄 지수를 판단하기 때문에 정확한 가뭄 진단을 할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0030] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 발명된 것으로, 본 발명은 가뭄 지수를 판단할 때 일반 강수와 호우를 구분하며 호우가 발생하는 경우 땅 위에 내린 비가 토양에 흡수될 여유 없이 짧은 시간 내 유출되게 되는 것을 고려하여 수자원의 축적량을 계산하고 이를 기후 평균치와의 비교를 통해 가뭄 지수를 판단함으로써 정확한 가뭄 진단을 할 수 있는 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템 및 그 측정방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0031] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템은, 특정 기간 동안의 일 강수 데이터들을 수집하는 강수 데이터 수집부; 상기 강수 데이터 수집부가 수집한 일 강수 데이터들을 가져온 뒤 매일의 강수량을 판단하고, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 이상인 경우 호우라고 판단하며, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 미만인 경우 일반 강수로 판단하는 호우 판단부; 상기 호우 판단부의 판단결과 호우가 발생한 경우, 호우 시 발생하는 과잉 유출량을 고려하여 호우 고려 유효 누적 강수량(CEP : Corrected effective precipitation)을 산출하는 CEP 산출부; 및 상기 CEP 산출부가 산출한 CEP를 미리 설정된 수학식에 반영하여 CEDI(CEDI: Corrected Effective Drought Index)를 산출하는 CEDI 산출부;를 포함한다.

[0032] 이때, 상기 CEP 산출부는, 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량을 감하여 CEP를 산출할 수도 있다. 이때, 상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값을 의미한다.

[0033] 한편, 상기 CEP 산출부는, 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량에 미리 설정된 비를 곱한 값을 감하여 CEP를 산출할 수도 있다. 이때, 상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값을 의미한다.

[0034] 그리고 상기 CEP 산출부는, 호우가 발생한 경우, 호우 시 발생한 잉여 강수량에 미리 설정된 지수 함수를 적용시켜 CEP를 산출할 수도 있다. 여기서, 상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값을 의미한다.

[0035] 그리고 상기 CEDI 산출부는, 달력 일마다 상기 특정 기간 동안의 평균 CEP(MCEP : Mean CEP)를 구하고, 매일의 CEP 값들과 그에 상응하는 달력 일의 MCEP의 차(DCEP: Deviation of CEP)를 구하며, 달력 일마다 DCEP의 표준편차를 구하고, 매일의 DCEP값을 그에 상응하는 달력일의 DCEP의 표준 편차 값으로 나누어서 CEDI를 산출하는 것이 바람직하다.

[0036] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 의한 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템의 가뭄 강도 측정방법은 (A)가뭄 강도 측정시스템이 어느 특정 기간 동안의 일 강수 데이터들을 수집하는 단계; (B)가뭄 강도 측정시스템이 상기 (A)단계에 의해 수집된 일 강수 데이터들을 가져온 뒤 매일의 강수량을 판단하고, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 이상인 경우 호우라고 판단하며, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 미만인 경우 일반 강수로 판단하는 단계; (C)가뭄 강도 측정시스템이 호우 시 발생하는 과잉

유출량을 고려하여 호우 고려 유효 누적 강수량(CEP : Corrected effective precipitation)을 산출하는 단계; 및 (D)가뭄 강도 측정시스템이 상기 (C)단계에 의해 산출된 CEP를 미리 설정된 수학식에 반영하여 CEDI(CEDI: Corrected Effective Drought Index)를 산출하는 단계;를 포함한다.

[0037] 이때, 상기 (C)단계는, 가뭄 강도 측정시스템이 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량을 감하여 CEP를 산출할 수도 있다. 이때, 상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값을 의미한다.

[0038] 한편, 상기 (C)단계는, 가뭄 강도 측정시스템이 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량에 미리 설정된 비를 곱한 값을 감하여 CEP를 산출할 수도 있다. 여기서, 상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값이다.

[0039] 또한, 상기 (C)단계는, 가뭄 강도 측정시스템이 호우가 발생한 경우, 호우 시 발생한 잉여 강수량에 미리 설정된 지수 함수를 적용시켜 CEP를 산출할 수도 있다. 이때, 상기 잉여 강수량은 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우 기준치를 감한 값을 의미한다.

[0040] 그리고 상기 (D)단계는, (D1)가뭄 강도 측정시스템이 달력 일마다 상기 특정 기간 동안의 평균 CEP(MCEP : Mean CEP)를 구하는 단계; (D2)가뭄 강도 측정시스템이 매일의 CEP 값들과 그에 상응하는 달력 일의 MCEP의 차(DCEP: Deviation of CEP)를 구하는 단계; (D3)가뭄 강도 측정시스템이 달력 일마다 DCEP의 표준편차를 구하는 단계; 및 (D4)가뭄 강도 측정시스템이 매일의 DCEP값을 그에 상응하는 달력일의 DCEP의 표준편차 값으로 나누어서 CEDI를 산출하는 단계;를 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0041] 본 발명에 따르면, 본 발명은 가뭄 지수를 판단할 때 일반 강수와 호우를 구분하고 호우가 발생하는 경우 땅 위에 내린 비가 토양에 흡수될 여유 없이 짧은 시간 내 유출되게 되는 점을 고려하여 수자원의 축적량을 계산하며 이를 기후 평균치와의 비교를 통해 가뭄 지수를 판단함으로써 정확한 가뭄 진단을 할 수 있는 장점이 있다.

[0042] 또한, 현재에는 지구 온난화에 따라 한국을 포함한 세계 여러 지역에서 호우와 가뭄의 강도와 빈도가 동시에 증가하는 기후의 양극화가 빈번하게 발생되고 있는데 이러한 상황에서 가뭄을 정확하게 진단함으로써 수자원 관리 정책과 가뭄 방재정책을 작성할 때 그 기초 자료로 유용하게 쓰일 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0043] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템의 내부구성을 도시한 블럭도.

도 2는 본 발명의 CEP를 설명하는 설명도.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템이 동작하는 과정을 도시한 순서도.

도 4는 본 발명의 CEDI 지수의 정확도를 설명하는 설명도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 이하에서는 상기한 바와 같은 본 발명에 의한 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.

[0045] 도 1에는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템의 내부구성을 도시한 블럭도가 도시되어 있다.

[0046] 도 1을 참조하면, 본 발명에 의한 가뭄 강도 측정시스템(100)은 강수 데이터 수집부(110), 호우 판단부(120), CEP 산출부(130), CEDI 산출부(140), 중앙처리부(150) 그리고 저장부(160)를 포함한다.

[0047] 강수 데이터 수집부(110)는 CEDI(CEDI: Corrected Effective Drought Index, 이하부터는 'CEDI'라고 함) 지수를 산출하기 위해 한국 강수데이터 제공서버로부터 일 강수량 데이터를 수집한다. 이때, 신뢰성 있는 결과를 얻

기 위해 30년간의 일 강수량 데이터를 수집하는 것이 바람직하다. 그리고 강수 데이터 수집부(110)는 한국 강수 데이터 제공서버에 일 강수 데이터가 업데이트 되면, 그 일 강수데이터를 가져와서 저장한다.

[0048] 호우 판단부(120)는 강수 데이터 수집부(110)가 수집한 일 강수 데이터를 가져온 뒤, 그 일 강수 데이터를 근거로 어느 소정 일에 호우가 발생하였는지 판단한다. 여기서, 호우란 짧은 시간 내 많은 비가 집중되는 강수형태를 의미하는 것이다. 좀 더 구체적으로 호우 판단부(120)는 어느 소정 일의 강수량을 판단하고, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 이상인 경우 호우라고 판단하며, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 미만인 경우 일반 강수로 판단한다. 예컨대, 한국의 가뭄 지수를 판단하고자 하는 경우, 호우 판단부(120)는 50 mm day^{-1}이상의 강수가 발생한 경우 호우가 발생 되었하였다고 판단하는 것이다.

[0049] 이후, 호우 판단부(120)에 의해 일반 강수와 호우가 구분되면, CEP 산출부(130)는 호우가 발생한 경우 호우 유출량을 감안하여 매일의 호우 고려 유효 누적 강수량(CEP: Corrected effective precipitation, 이하부터는 'CEP'라고 함)을 계산한다.

[0050] 이때, CEP 산출부(130)는 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 매일의 강수량을 누적하는 과정에서 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량을 감하여 CEP를 계산할 수도 있다. 이때, 잉여 강수량은 토양에 침투하지 못하고 유출되는 양을 의미하는 것으로, 호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우치를 감한 값을 의미한다.

[0051] 또, CEP 산출부(130)는 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량의 일부분만을 고려하여 CEP를 계산할 수도 있다. 여기서 잉여 강수량의 일부분은 잉여 강수량에 미리 설정된 비율을 곱한 값을 의미하는 것이다.

[0052] 한편, CEP 산출부(130)는 잉여 강수량에 시간 함수(예컨대, 지수 함수)를 적용시켜 잉여 강수량이 시간에 따라 일정한 비율로 소실됨을 고려하여 CEP를 계산할 수 있다.

[0053] 이하에서는 CEP 산출부(130)가 지수 함수를 이용하여 CEP를 계산하는 것을 일 예로 들어 설명하기로 한다. 이때, 호우 기준치 이상의 잉여 강수량은 시간에 따라 지수적으로 감소하여 약 10일 후에는 소멸하는 것으로 가정하고, 호우의 판단 기준은 80mm day^{-1} 인 것을 가정하에 설명하기로 한다.

[0054] 그러면, CEP 산출부(130)는 잉여 강수량에 지수 함수를 적용시켜 즉, [수학식 4]를 적용시켜 잉여 강수량이 시간에 따라 일정한 비율로 소실됨을 고려하여 CEP를 계산하는 것이다.

수학식 4

[0055]
$$CEP_i = \sum_{n=1}^{i}\left[\left(\sum_{m=1}^{n}\left\{80+(P_m-80)e^{-0.5(m-1)}\right\}/n\right)\right]$$

[0056] 여기서 i는 강수량이 합산되는 기간(본 실시예에서는 365일)이며, P_m은 m일 전 강수량이다. 따라서, CEP는 호우가 발생한 경우 호우 유출량을 감안한 365일 동안의 유효 누적 강수량을 나타낸다.

[0057] 도 2에는 기존 EP와 CEP의 시간에 따른 변화를 비교한 그래프가 도시되어 있다. 도 2의 그래프 상의 두 실선은 각각 하루 동안 200mm와 80mm 호우가 왔을 때 EP의 시간에 따른 변화를 나타내는 것이며, 점선은 하루 동안 200mm 호우가 왔을 때의 CEP의 시간에 따른 변화를 나타내는 것이다.

[0058] 도시된 바와 같이 200mm의 호우가 발생한 경우, 80mm를 초과하는 잉여 120mm는 10일 정도의 기간 동안 급격히 유출되며, 그 후에는 80mm의 강수량에 상응하는 EP값과 같은 값이 CEP에 적용된다.

[0059] 본 발명에서는 상술한 바와 같은 CEP를 이용하여 가뭄 지수를 산출하기 때문에 호우 시 발생하는 과잉 유출량을 감안하여 가뭄 강도를 측정할 수 있고 이에 따라 정확한 가뭄진단을 할 수 있는 장점이 있다.

[0060] 이후, CEDI 산출부(140)는 달력 일마다 30년 평균 CEP(MCEP : Mean CEP, 이하부터는 'MCEP'라고 함)를 계산한다.

[0061] 그리고 나서 CEDI 산출부(140)는 [수학식 5]를 이용하여 매일의 CEP 값들과 그에 상응하는 달력 일의 MCEP의 차

(DCEP: Deviation of CEP, 이하부터는 'DCEP'라고 함)를 산출한다.

수학식 5

[0062] $$DCEP_i = CEP_i - MCEP_i$$

[0063] 이때, 음의 DCEP 값은 평년보다 건조함을, 양의 DCEP 값은 평년보다 습윤함을 의미한다. 만약, 평년보다 건조한 날 수가 2일 이상 연속되면, 기존 강수량 합산 기간인 365일에 건조 일수를 더한 기간 동안의 강수량을 누적시킨 CEP와 그에 상응하는 MCEP를 다시 계산한다. 이는 건조기간의 연속성을 가뭄 지수 계산 과정에서 고려하기 위함이다.

[0064] 이후, CEDI 산출부(140)는 달력 일 마다의 DCEP의 표준편차를 계산한다. 이후, CEDI 산출부(140)는 [수학식 6]을 이용하여 CEDI를 산출한다. 좀 더 구체적으로, 매일의 DCEP값을 그에 상응하는 달력일의 DCEP의 표준 편차 값으로 나누어 줌으로써 표준화된 CEDI를 산출하는 것이다.

수학식 6

[0065] $$CEDI_i = DCEP_i / ST(DCEP_i)$$

[0066] 여기서, ST는 표준 편차 (standard deviation)의 약어이다.

[0067] 상술한 바와 같이 본 발명은 종래의 EDI 지수를 산출하기 위해 사용되는 유효 강수량(EP) 누적방법을 상술한 바와 같이 호우 고려 유효 강수량(CEP)누적 방법으로 대체하여 CEDI 지수 값을 구하는 것이다.

[0068] 중앙제어부(150)는 강수 데이터 수집부(110)가 수집한 일 강수 데이터가 저장부(160)에 저장되도록 처리한다. 또한, 중앙제어부(150)는 입력부를 통해 가뭄 지수 요청신호를 입력받으면, 상술한 방법에 의해 CEDI 지수를 산출하고, 그 결과값이 출력부를 통해 출력되도록 처리한다.

[0069] 저장부(160)에는 강수 데이터 수집부(110)에 의해 수집된 한국의 일 강수데이터가 저장된다. 이때, 일 강수 데이터는 일자별로 테이블화되어 저장되는 것이 바람직하다. 저장부(160)에는 저장되는 데이터의 용량에 따라, 이피롬(EPROM), 플래쉬메모리, 외장형메모리와 같은 다양한 저장매체가 제공될 수 있다.

[0070] 이하에서는 본 발명에 의한 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템이 동작하는 과정을 도 3을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0071] 도 3에는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 호우 시 과잉 유출을 고려하여 가뭄 강도를 측정하는 가뭄 강도 측정시스템이 동작하는 과정을 도시한 순서도가 도시되어 있다.

[0072] 우선, 가뭄 강도 측정시스템(100)의 강수 데이터 수집부(110)가 CEDI(CEDI: Corrected Effective Drought Index, 이하부터는 'CEDI'라고 함) 지수를 산출하기 위해 한국 강수데이터 제공서버로부터 30년 간의 일 강수량 데이터를 수집한다(단계 S 100).

[0073] 그러면 가뭄 강도 측정시스템(100)의 호우 판단부(120)가 강수 데이터 수집부(110)가 수집한 일 강수 데이터를 가져온 뒤, 그 일 강수 데이터를 근거로 어느 소정 일에 호우가 발생하였는지 판단한다. 좀 더 구체적으로 호우 판단부(120)는 좀 더 구체적으로 호우 판단부(120)는 어느 소정 일의 강수량을 판단하고, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치(예컨대, 80mm day^{-1}) 이상인 경우 호우라고 판단하며, 그 강수량이 미리 설정된 호우 기준치 미만인 경우 일반 강수로 판단한다(단계 S 110).

[0074] 이후, 가뭄 강도 측정시스템(100)의 호우 판단부(120)에 의해 일반 강수와 호우가 구분되면, 가뭄 강도 측정시스템(100)의 CEP 산출부(130)는 호우가 발생한 경우 호우 유출량을 감안하여 매일의 호우 고려 유효 누적 강수량(CEP: Corrected effective precipitation, 이하부터는 'CEP'라고 함)을 계산한다(단계 S 120).

[0075] 이때, CEP 산출부(130)는 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 매일의 강수량을 누적하는 과정에서 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량(호우 시 발생한 강수량에서 미리 설정된 호우치를 감한 값)을 감하여 CEP를 계산할 수도 있고, 매일의 강수량을 누적하여 누적 강수량을 구하되 호우가 발생한 경우 그 누적 강수량에서 호우 시 발생한 잉여 강수량의 일부분만(잉여 강수량에 미리 설정된 비율을 곱한 값)을 감하여 CEP를 계산할 수도 있다.

[0076] 한편, CEP 산출부(130)는 잉여 강수량에 시간 함수(예컨대, 지수 함수)를 적용시켜 잉여 강수량이 시간에 따라 일정한 비율로 소실됨을 고려하여 CEP를 계산할 수 있다.

[0077] 이후, CEDI 산출부(130)는 달력 일마다 30년 평균 CEP(MCEP : Mean CEP, 이하부터는 'MCEP'라고 함)를 계산한다(단계 S 130).

[0078] 그리고 나서 CEDI 산출부(130)는 상기 [수학식 5]를 이용하여 매일의 CEP 값들과 그에 상응하는 달력 일의 MCEP의 차(DCEP: Deviation of CEP, 이하부터는 'DCEP'라고 함)를 산출한다(단계 S 140).

[0079] 이때, 음의 DCEP 값은 평년보다 건조함을, 양의 DCEP 값은 평년보다 습윤함을 의미한다. 만약, 평년보다 건조한 날 수가 2일 이상 연속되면, 기존 강수량 합산 기간인 365일에 건조 일수를 더한 기간 동안의 강수량을 누적시킨 CEP와 그에 상응하는 MCEP를 다시 계산한다. 이는 건조기간의 연속성을 가뭄 지수 계산 과정에서 고려하기 위함이다.

[0080] 이후, CEDI 산출부(140)는 달력 일 마다의 DCEP의 표준편차를 계산한다(단계 S 150). 이후, CEDI 산출부(140)는 상기 [수학식 6]을 이용하여 CEDI를 산출한다(단계 S 160). 좀 더 구체적으로, 매일의 DCEP값을 그에 상응하는 달력일의 DCEP의 표준 편차 값으로 나누어 줌으로써 표준화된 CEDI를 산출하는 것이다.

[0081] 상술한 바에 따르면, 본 발명은 호우 후 급속한 유출량을 가뭄 지수 계산과정에서 고려함으로써 호우 후 발생하는 가뭄의 강도를 정확히 진단할 수 있는 장점이 있다.

[0082] 이하에서는 본 발명에 의한 CEDI 지수의 정확성에 대해 도 4를 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0083] 도 4에는 2006년 7월 1일부터 12월 31일까지의 EDI 지수, CEDI 지수, 3개월 SPI 지수, 12 개월 SPI 지수 그리고 일 강수량의 시계열을 나타낸 설명도가 도시되어 있다.

[0084] 가뭄지수들은 공통적으로 -2이하의 값은 극심한 가뭄을, -2에서 -1까지의 값은 심한 가뭄을, -1에서 0까지의 값은 건조함을 의미한다.

[0085] 도 4를 참조하면, 7월 한 달 동안 그 달 평년 월강수량인 375㎜의 270%에 해당하는 1015㎜가 내렸고, 그 중 4차례가 80㎜ day^{-1} 이상의 호우가 발생하였다. 그리고 8월부터 12월까지는 그 기간 평년 강수 618㎜의 36%에 해당하는 225㎜ 밖에 오지 않아 가뭄 피해가 속출하였다.

[0086] 7월의 강수량이 고려되지 않는 10월과 11월의 3개월 SPI 지수는 극심한 가뭄을 지칭하는 값인 -2에 가깝게 떨어졌다. EDI 지수는 7월에 발생한 호우의 영향으로 12월 31일까지 습윤한 상태임을 나타내고 있으며, 12개월 SPI 지수 역시 EDI보다 더 습윤 상태를 가리키고 있다.

[0087] 반면에 본원발명에 의한 CEDI 지수는 7월의 호우에 의한 강수는 급격히 유출되며, 8월부터 시작된 강수량 부족으로 인해 9월 1일 건조기간 시작과 함께 가물어지는 현상을 잘 표현하고 있다.

[0088] 즉, 본원발명은 호우 후 급속한 유출량을 가뭄 지수 계산 과정에서 고려하는 방법을 고안함으로써 종래의 EDI 지수의 장점들은 그대로 유지하면서 호우 뒤 발생하는 가뭄의 강도를 정확히 진단할 수 있는 장점이 있는 것이다.

[0089] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대해서 도시하고 설명하였다. 그러나 본 발명은 상술한 실시예에만 국한되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어남이 없이 얼마든지 다양하게 변경 실시할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 권리범위는 특정 실시예에 한정되는 것이 아니라, 첨부된 특허청구범위에 의해 정해지는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0090] 100 : 가뭄강도 측정시스템 110 : 강수 데이터 수집부

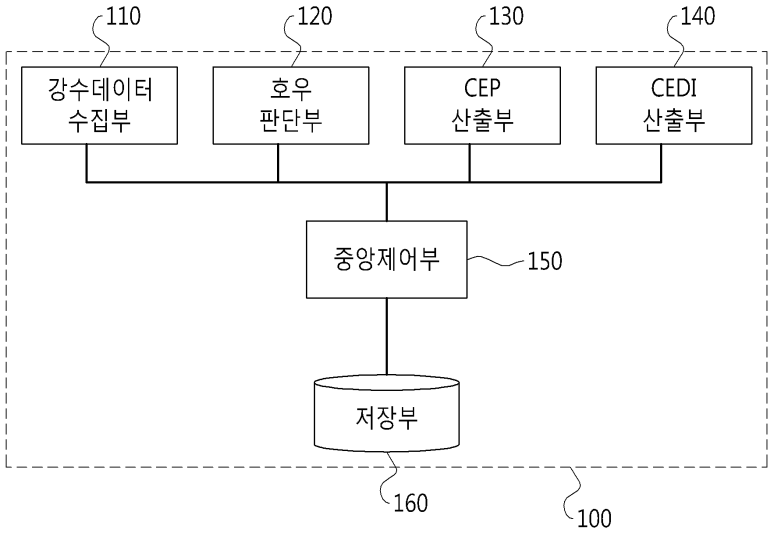
120 : 호우판단부 130 : CEP 산출부

140 : CEDI 산출부 150 : 중앙처리부

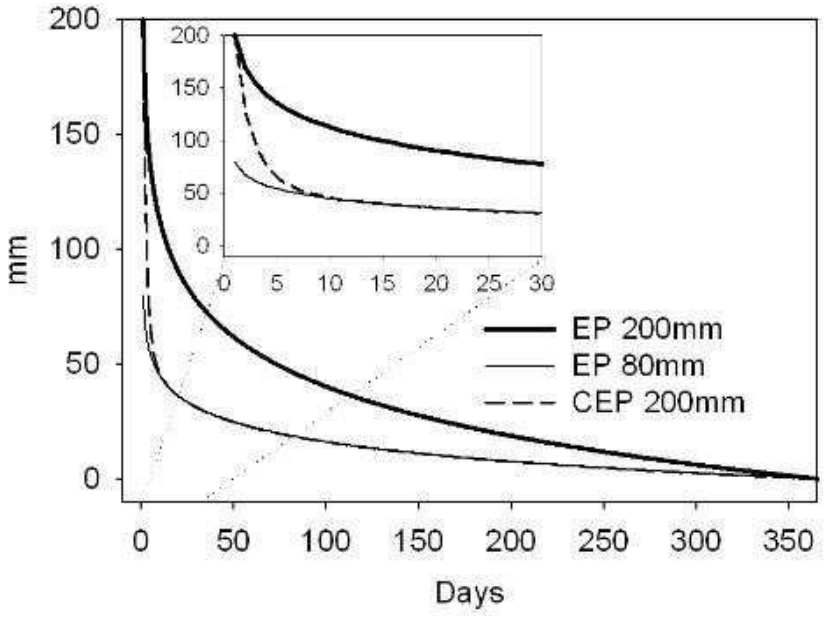
160 : 저장부

도면

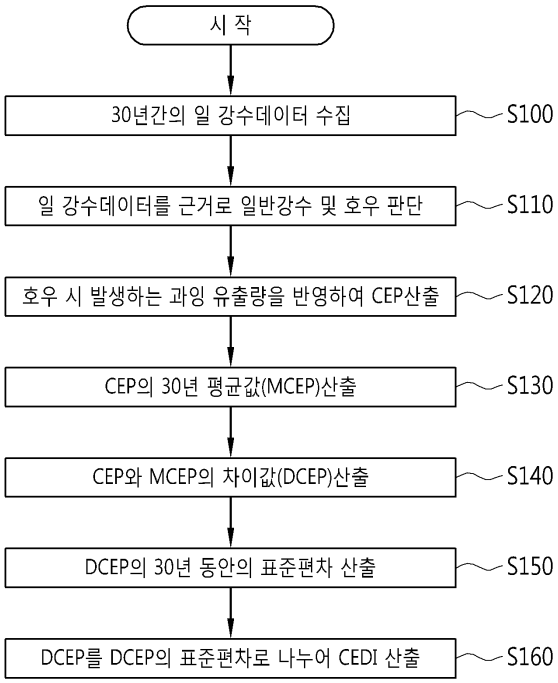
도면1



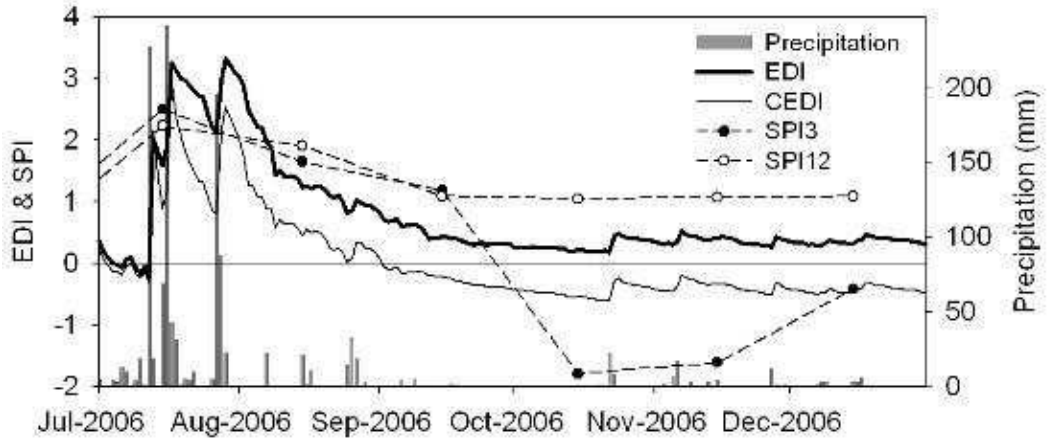
도면2



도면3


시 작
30년간의 일 강수데이터 수집
S100
일 강수데이터를 근거로 일반강수 및 호우 판단
S110
호우 시 발생하는 과잉 유출량을 반영하여 CEP산출
S120
CEP의 30년 평균값(MCEP)산출
S130
CEP와 MCEP의 차이값(DCEP)산출
S140
DCEP의 30년 동안의 표준편차 산출
S150
DCEP를 DCEP의 표준편차로 나누어 CEDI 산출
S160

도면4


Precipitation
EDI
CEDI
SPI3
SPI12
EDI & SPI
Precipitation (mm)
4
3
2
1
0
-1
-2
200
150
100
50
0
Jul-2006
Aug-2006
Sep-2006
Oct-2006
Nov-2006
Dec-2006