제주도 태양광 유래 수분 생태계서비스 가치 추정

*Yeon Woo Kwon, Kiyoon Nam, Junseo Choi *그린핑거스 제주*

1.Introduction

- 생태계 서비스는 생태계가 경제와 복지에 기여하는 유무형의 가치를 정량화하여, 지속가능한 의사결정을 지원한다
- 제주도를 비롯, 전세계적인 수분매개자 감소와 그에 따른 농업 생산성 저하로, 수분 생태계서비스의 중요성이 부각되고 있다
- 해외에서는 태양광 부지가 재생에너지 뿐 아니라 수분매개자의 서식과 지역 내 수분활동 촉진한다는 연구가 보고되고 있다
- 제주도는 완전한 에너지 전환을 목표로 태양광 부지가 빠르게 확산하였으며, 2026년부터 생태계 서비스 지불제를 의무화할 예정이지만, 근거로 삼을 생태계 서비스 추정 연구가 미비하다
- 본 연구는 제주도 내 태양광 부지가 주변 농지에 제공하는 수분 서비스를 정량화해 향후 정책의 근거를 제공하고자 한다

2.Methods

제주도의 태양광 분포



연구대상

- **연구 지역 및 대상:** 제주도 내 모든 상업용 태양광 시설
- **대상 작물:** 감귤, 단호박, 무, 양배추, 브로콜리, 당근, 양파

Beescape 모델

- **먹이자원 지수: 토지유형별 제공하는 먹이자원(꿀, 화분)의 양**

  $F=\sum(land_area_i \times usefulness_weight_i \times flowering_coefficient_i)$

→ 토지유형별 면적, 자원유용도 가중치, 계절별 개화계수의 곱

- **개화 계수: 먹이자원이 각 계절별로 어느 정도 이용 가능한지**

→ 개화 시기를 봄, 여름, 가을로 구분하여 계절별 가용성 계산

- **둥지적합도 지수: 벌의 둥지 형성에 대한 단위 경관의 적합성**

  $N=\sum(area_i \times nesting_suitability_coefficient_i)$

→ 토지유형별 면적, 둥지적합도 가중치의 곱

모델 적용

제주도 고유 매개변수 조정:

1) 한국의 토지피복 유형분류와 beescape모델이 유래한 북미식 유형분류를 통일한 후, 한국문헌에 기반해 제주도의 토지유형별 먹이자원 지수 (ex. 한국 야생화의 일일 평균 꿀 생산량) 및 둥지적합도 지수 재산정
2) 지역 PRISM 기후데이터로 개화시기 가중치 조정

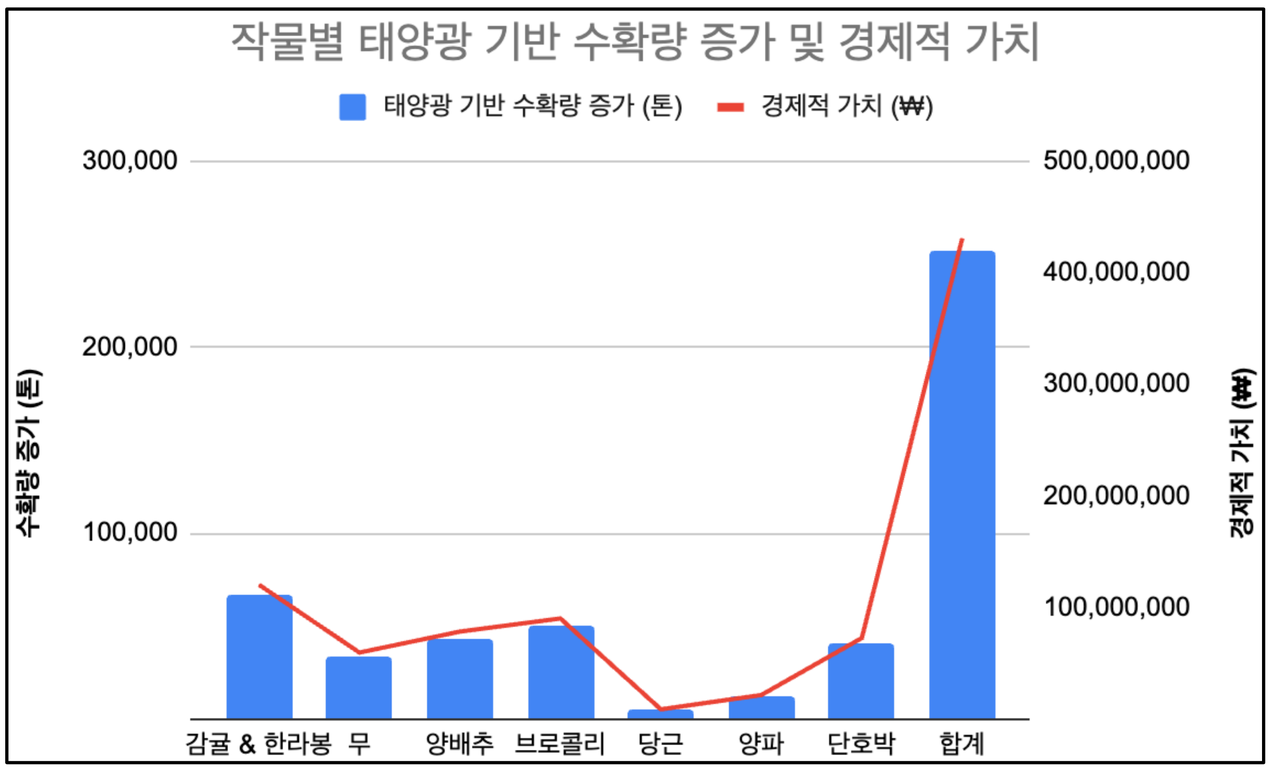
서비스 총량 예측

- **작물 선정 기준:** 재배면적, 경제성, 수분 의존도
- **추정식:** 반경 1.5 km 내 재배면적 (ha) x 작물 수확량 증가율 (kg/ha) x 도매가 (KRW/kg)

→ **한라봉, 노지감귤, 단호박** = 수분이 착과율을 높임을 반영

→ **무, 브로콜리, 양배추, 당근, 양파** = 상품재배(개화 전 뿌리, 줄기를 수확하는 경우)에 수분 불필요, 종자번식에는 필수; 경제적 가치를 추정하되 분리해서 보고

3.Results & Discussion



작물	수분 의존도	인근 재배 면적 (ha)	수확량 증가 (톤)	단가 (₩/kg)	경제적 가치 (₩)
한라봉, 노지감귤	60%	2,113,465,215	67,172	1,800	120,510,893
무	77~99%	601,124,843	33,197	800	59,755,194
양배추	5~100%	12,354,299	43,632	800	78,537,809
브로콜리	28~100%	232,859,724	50,159	1,500	90,286,343
당근	15~100%	112,239,712	4,942	1,200	8,896,381
양파	8~87%	139,749,080	12,071	1,000	21,729,578
단호박	45~90%	285,067,885	40,435	2,000	72,783,989
합계		2,810,000,000	251,608		430,773,644

1 태양광은 연간 작물 수확량을 25만톤 증가 시킴.
도매가 기준 4억 3천 만원 (비상품작물 제외시 약 2억원).

2 지역경관 내 수분 서비스 지수는 58,812,078, 식량 자원 지수는 250,308,543, 둥지 자원 지수는 2,903,353 가 각각 증가함.

3 이는 태양광 부지 내 식생을 자연상태로 유지 (추가 조치 없이 토착 식생이 자생하도록 내버려 둠)하는 가정에 한함. 그러나 현장 방문 결과, 상당한 부지가 제초제 사용, 콘크리트, 자갈을 도포

4 본 연구가 추정한 생태적 편익에 근거해, 제주도는 자연 식생 유지를 유도하는 보조금 지급, 생태계 서비스 지불제등 적절한 보상을 책정하고, 실시할 필요가 있음.

4.Conclusion

태양광은 30년의 수명 동안 총 120억 (60억)의 수분 매개서비스를 지역에 제공한다. 경관 내 먹이 및 둥지 자원도 상당히 증가시키는 것으로 평가되었다. 이러한 사회적 이익은 그동안 논의된 바 없던 것이다. 지난 4년 간, 제주도의 수분매개자는 2억 4천 마리가 감소한 것으로 알려져 있다. 본 연구의 결과는 제주시가 태양광을 활용해 지역 생물다양성, 농업 생산성, 기후위기 억제를 동시에 지원할 수 있음을 강조한다.