

## 희귀식물 재도입 가이드라인 워크숍 내용요약

### Part 1. 재도입 준비(Preparing for Reintroduction)

#### \*Center for Plant Conservation 소개

식물보전센터(CPC)는 미국에 자생하는 식물들의 멸종을 막기 위해 설립된 최초의 센터로 40개가 넘는 식물관련 기관들을 이끄는 네트워크이다. 1984년에 설립되어 희귀식물들의 현지외 보전을 위한 국가(national) 프로그램을 운영하고 있다. 식물의 재도입에 관한 정보는 많은 교재를 통해 얻을 수 있지만 책이 출판되기까지는 많은 검토와 오랜 시일이 필요하다. 본 센터에서는 재도입 되고 있는 현재 연구 상황과 연구 방법 등을 웹사이트([www.saveplants.org](http://www.saveplants.org))를 통해 제공하고 있다.

#### 1. 생물다양성의 위기(Biodiversity crisis)

지구상의 391,000여종의 식물의 약 21%인 식물종이 야생에서 생존의 위기에 처해지고 있으며, 그 수는 7만 여종 정도이다. 기후변화, 서식지의 훼손 등이 지속되고 있어 위기에 처하는 식물의 비율은 계속 증가되고 있는 실정이다.

#### 2. 재도입의 필요성

재도입은 생물다양성의 위기를 극복할 보전전략이다. 재도입의 정당 및 결론은 없으며 지속적인 연구가 필요하다. 충실한 사전이행 단계를 수행하고 재도입 및 모니터링 단계로 넘어가야 한다. 미국은 70,000종 이상이 멸종의 위협에 있다. 지구식물보전전략(Global Strategy for Plant Conservation, GSPC)의 목적2-목표8(각 국가 위협식물의 최소 75% 현지외 보전 및 이 중 최소 20%는 복원)에 따라 복구 프로그램을 추진하고 있다.

#### 3. 재도입의 고려사항

- ① Where? ② How many? ③ How are they doing? ④ What is the problem?
- ⑤ Solutions ⑥ Research ⑦ Ex-situ collection ⑧ Remove threats ⑨ Reintroduction ⑩ Habitat protection & Re-connection

#### 4. 재도입 사례 : Key Tree Cactus(*Pilosocereus robinii*)

Key Tree Cactus(*Pilosocereus robinii*)는 플로리다의 Key 지역과 쿠바 지역에 걸쳐 자생하는 식물로서 낮은 암석지대에 서식하며, 66m까지 자라는 식물로 미국 내에서 멸종위기종으로 분류되어 관리하고 있는 식물이다. 이 식물은 1900년대에 생울타리용으로 인간에 의해 훼손이 되었고 그로 인해 개체수가 급격히 감소되었다. 개체의 보호를 위해 이 식물이 필요로 하는 서식지 환경을 조사하여 유형을 파악하고, 재도입을 위한 재배필요량 등을 산정하였다.

①본 센터에서는 종자 파종과 삽목의 방법을 활용해 개체의 증식을 시작했다. 얼마나 많은 양의 식물과 종자가 재도입에 필요할지 산정하고, 종자 발아와 식물 생장에 시일이 얼마나 요구되는지도 실험하였다. ②한편, 자연재해로 인한 환경적인 이해도 함께 필요로 했다. 플로리다 지역은 허리케인과 홍수, 산불이 빈번하게 일어났을 뿐만 아니라, Key 지역의 초식동물로서 멸종위기종인 사슴의 먹이로 식물은 훼손이 되었다. 또한 도로 개발 등으로 인한 서식지의 훼손도 함께 일어났다. ③이 지역의 해수면 상승으로 인해 향후 해수면이 현재보다 약 140cm 가 상승했을 시, 이 지역은 사라지고 없어지게 된다는 것을 예측할 수 있었다. 해수면 상승으로 인한 식물의 염해에 대한 내성이 강한 식물을 선발하여 도입하는 것도 고려되어야 했다. 식물 군락의 구조, 유전학적, 분류학적인 분석들이 함께 이루어졌고, 그 결과 아주 적은 양이지만 서식지를 보호할 수 있었다. ④또한 이 식물에 대한 염분에 대한 내성 실험을 약 7주간의 실시한 실험에서 염의 농도 390ppm에서 식물이 사는 것을 확인했다. 그 결과 재도입에 있어 유전적으로 염의 내성을 가지는 품종을 재도입하는 것이 유리하다는 결과를 얻었다. ⑤재도입을 위한 적절한 필수요소로서 다양한 이해관계자들의 협력도 함께 이루어지는 것이 중요하다는 것을 강조하고 싶다. 식물의 교란종을 제거할 필요성을 판단해주는 생태학자, 식물학자와 더불어 지역주민, 대상지의 소유주 등과 함께 모든 요소들을 점검하여 계획을 세운 후 재도입을 결정해야 한다. ⑥재도입에 대한 점검표를 작성해 한 가지 요소라도 평가가 제대로 이루어지지 않는다면 재도입에 대한 신중한 재검토가 필요하며, 그 저해요소가 해결되었을 때 재도입을 결정해야 할 것이다. ⑦재도입 이후 대중에는 뉴스, 광고, 기사 등의 홍보가 이루어져야 하며, 대중의 참여를 통한 교육이 함께 이루어진다면 성공적인 식물의 재도입이 되었고 할 수 있을 것이다.

## Part 2. 재도입 개체군 형성(Founding Population)

### 1. 유전정보 수집 및 고려사항(Genetics Issues)

- 가. 보전수집(Conservation collections): 유전적 다양성을 위해 다양한 공간, 생태학, 시간, 개체군의 크기를 고려하여 수집을 해야한다. 수집은 유전적 다양성을 위해 최소 5개체군에서 50개체 이상을 수집한다. 다양한 도입처(자생지)에서 시간(연도별 수집)을 고려하여 수집한다.
- 나. 재배의 유전적 고려사항(Genetic considerations in cultivation): 재배하는 동안 인위적인 선택, 유전적 표류, 변이(혼합)를 최소화 해야 한다. 인위적 선택을 피해야 하는데, 예를 들면 한 종에서 큰 종자나 유난히 큰 식물만 선발하지 말아야 한다. 모계분리를 유지해야 하고, 모든 종자가 발아하기 위한 기간을 충분히 관찰해야 한다. 생육과정에서 식물의 다양성을 관찰하고 재배에 있어서 세대수를 제한해야 한다.
- 다. 유전적 고려사항(Genetic considerations): 인위적 선발을 피하기 위해 개체군별 수집량을 동일하게 조절해야 한다. 고려사항(최소 모계라인 유지, 자연선택)
- 라. 재도입을 위한 유전적 고려사항(Genetic considerations for reintroduction): 가능한 많은 양의 유전자원을 모계를 유지하면서 이용해야 한다. 식물체는 최소 50개체 이상, 종자는 1000립 이상을 사용하도록 한다.
- 마. 원개체군에 있어서 유전적 고려사항(Genetic considerations for source material): 재도입지에 적절한 원개체군을 계획해야 한다. 고려사항(유전적 구조, 생태적 변이, 내건성, 내염성, 초식동물의 피해에 대한 차이점)
- 바. 요약(summary) 1) 재도입을 위해 수집단계에서 유전적 다양성을 최대화 하고, 재배하면서 유전적 다양성을 유지해야한다.(모계분리, 모든 식물마다 라벨관리) 2) 가장 근사치의 잠재 유전적 다양성을 위해 모계 분리를 유지하고, 차후의 재도입에 활용하기 위해 융통성을 허락해야 한다. 3) 재도입 초기에 생존율을 높이기 위해 적절한 수의 식물체와 종자를 이용해야 한다. 4) 한 개체군 혹은 개체군을 혼합해서 진행할 지에 대한 결정을 해야 한다.

### 2. 유전자원의 적합성 판단(Matching genetic source to reintroduction site)

- 가. 목표: 적절한 시기와 위치에 알맞은 식물유전자원을 도입한다. 환경조건의 변화

에 적응할 수 있는 잠재력과 회복력을 가진 식물을 선택해야 한다. 부적응 (maladaptation), 근친교배 기능저하(inbreeding depression), 이계교배 기능저하(outbreeding depression)를 피해야 한다.

나. 유전자원 도입의 주요 원칙(Major paradigms in genetic sourcing)

Sourcing type	Definition	Best used when
<b>Strict local</b>	Using seed only from within gene flow distance of site	Minimal disturbance, large population source, local adaptation present
<b>Relaxed local</b>	Mixing seed from close populations, matching environment	Minimal disturbance, large population source, predicted distribution change is low
<b>Composite</b>	Mixing seed from close to intermediate distances or environmental matching	Minimal disturbance, fragmentation high, reconnect gene flow, predicted distribution change is low
<b>Admixture</b>	Mixing seed from many populations of varying distance	Disturbance high, predicted distributional change is high
<b>Predictive</b>	Using genotypes adapted to predicted conditions based on model or experiments	Disturbance is low to moderate, predicted distribution change is high

다. 재도입의 시점과 최적의 장소 선정(When local is best? not best?)

	When local is best?	When local is not best?
<b>Genetics</b>	Only local populations remain, no other sources to choose from	Source populations are small or genetically eroded
<b>Species</b>	Populations are highly-selfing and genetically differentiated; cryptic species possible	Outcrosser with evidence of long-distance gene flow among populations
<b>Habitat</b>	Only local populations remain, no other sources to choose from	Recently fragmented, or disturbed
<b>Future</b>	Future environmental change expected to be low	Future environmental change expected to be medium or high

라. 재도입을 위한 사전 연구(When you don't know what to do?)

- 1) 개체군 유전정보와 재도입지 간의 환경 적합성 고려
- 2) 복원의 유형 고려(재강화와 재도입)

3) 유전자 흐름을 위한 교배체계(outcrosser vs. selfer)와 종자 산포모형의 영향을 고려

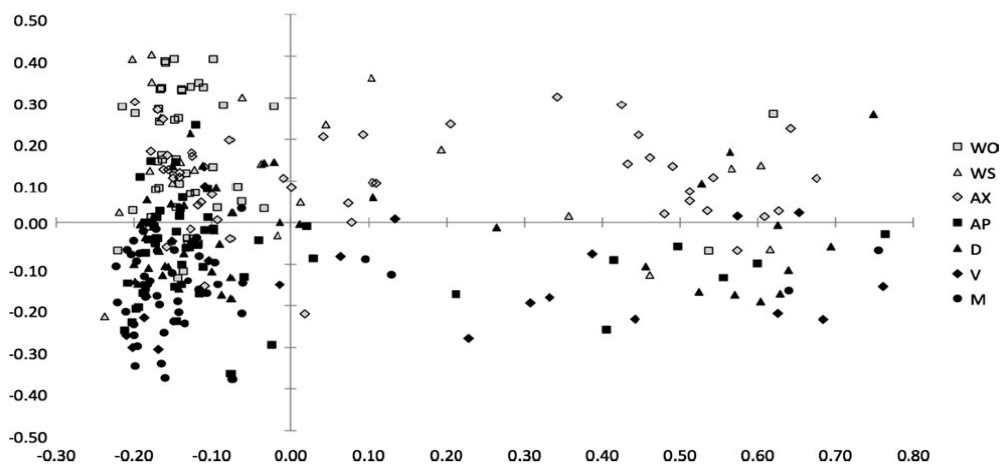
많은 연구에서 지리적 근접성과 유전적 유사성이 반드시 높은 상관관계가 있는 것은 아니며, 복원 프로젝트의 성공률은 적어도 단기적으로는 재도입 사이트의 환경 또는 생태학적 거리를 일치시킴으로써 극대화된다는 것이 밝혀졌다. 생태학적 거리는 종종 지리적 거리와 상관되지 않지만 대개 유전적 거리와 관련이 있다. 예를 들어 공간적으로 서로 다른 환경에서 기질, 마이크로헤비타트(microhabitat) 및 미세 기후의 작은 규모의 변화는 유전적 거리를 지리적 거리에서 분리할 수 있다. 재도입의 유형 또한 중요하다. 만약 이것이 보강이나 증강이라면, 목표는 유전적인 생존력과 적합성을 증진시키는 것이다. 도입하여 연구·증식한 식물유전자원이 그 현장에 적절하게 일치하는지 확인하고, 재도입지에 장차 적합한 유전자형을 제공 하도록 해야 할 것이다.

3. 유전자원의 적합성 판단(Matching genetic source to reintroduction site) 사례

가. *Astragalus bibullatus*(Pyne's ground-plum): 10년 이상 다년생, 이종교배자 (obligate or facultative), 생육이 더딤, 경합이 적은 개방된 마이크로사이트 (microsite)를 요구함, 자생지가 최적지가 아님(persists in sub-optimal habitat), seed bank 기능이 있다.

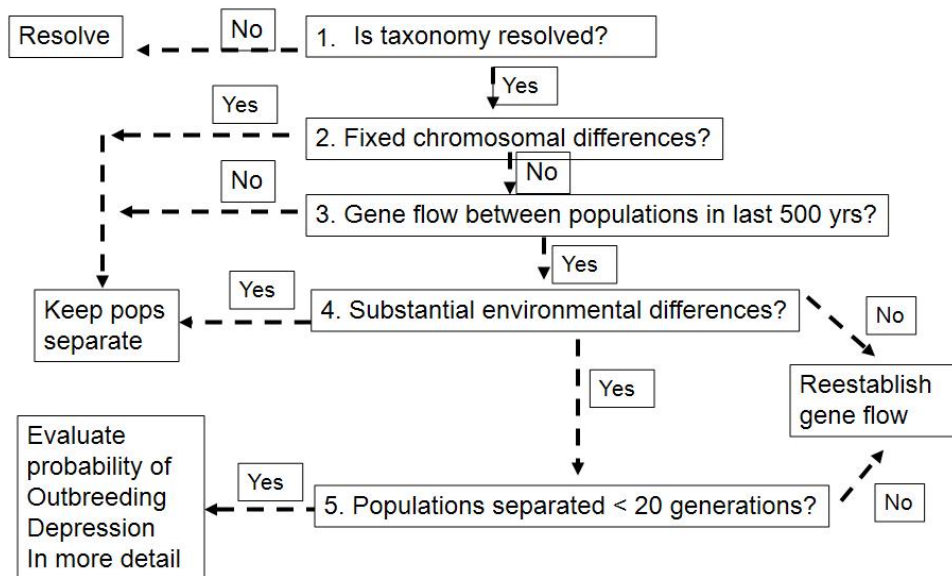
나. 자연 개체군의 환경: 개체수 현황(open > ecotone > closed), 지리적 거리는 가깝고, 생태적 거리는 높다.

다. 자연 개체군의 유전적 구조(Genetic structure of natural populations): 개체군별 유전적 차이는 의미가 없고, 개체별 유전적 차이가 있다. 개체군 간에 특이한 대립형질이 확인되지 않는다.



\* *Astragalus bibullatus* 조사 개체군의 유전구조(Baskauf & Burke, 2009, Journal of Heredity)

라. 유전적 구조의 평가: 이계교배 기능저하의 위험도가 낮다(Low risk of outbreeding depression). 개체군별 유전자원의 혼합이 가능하다(No differential source performance among sites). 기타 의견(조사 개체군의 지리적 거리가 가깝기 때문에 단순히 개체군별 유전적 차이가 없다고 단정 짓기는 어렵다. 다른 자생지가 발견된다면 유전적 비교 연구가 필요하고, 더 이상의 자생지가 발견되지 않는다면 멸절된 지역에 대한 추정이 필요하다. 열매의 산포가 동물에 의하는지 기타 요인에 의하는지 조사가 필요하다).



\* 유전적 구조 평가 절차도(Frankham *et al.*, 2011, Conservation Biology)

#### 4. 사례: *Jacquemontia reclinata*, 번식 경험의 축적과 장기간 재도입 생존율의 영향

가. 목적: 새로운 개체군을 만들어 내는 것, 다양한 환경조건(event)에 스스로 대응 가능하고, 회복력이 있는 개체군을 만드는 것이 재도입의 목적이다.

나. 고려할 점: 분절된(fragmented) 개체군들의 유전적 흐름을 회복시켜야 하는지, 혹은 지역 적응(adaptation)을 지켜야 하는가에 대한 기초조사와 논의가 필요하다.

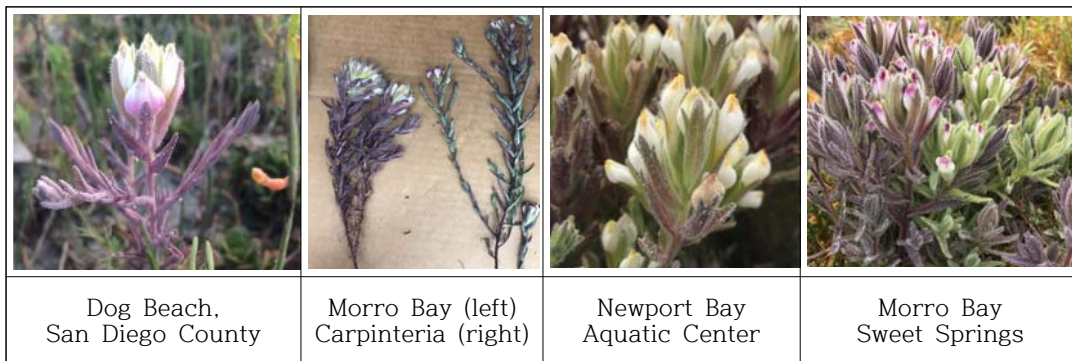
다. 보전을 위한 결론과 영향: 1) *Jacquemontia Reclinata* 재도입은 사이트 크로스(site crosses, 개체군의 유전자 흐름)를 통해 생성될(originate) 경우 생존할 가능성이 높다. 2) 개체군간 혼합(site crosses)된 식물들이 개체군 내에서 파생된 식물들보다 확률적 교란항(stochastic disturbances)에 회복력이 월등하다는 것이 확인되었다. 3) 가장 가까운 개체군을 혼합한 것(closest sites)이 재도입했을 경우 생존율과 상관성이 있는 것은 확인되지 않았다. 4) 현지기관의 재평가가 아주 중요하다(Agency re-evaluation of Local is Best Paradigm is needed).

5. 사례: *Chloropyron maritimum* ssp. *maritimum*

가. *Chloropyron maritimum* ssp. *maritimum*(salt marsh bird's-beak) : 열당과(Orobanchaceae), 반기생 한해살이, 해안가를 따라 염습지에 분포, 2016년 28개 개체군에서 각 3~3,000개체들이 조사, 22개의 개체군에서 540점의 유전자원(genetic collections)을 수집, 미국과 캘리포니아주에서 멸종위기식물로 평가되어 있다.

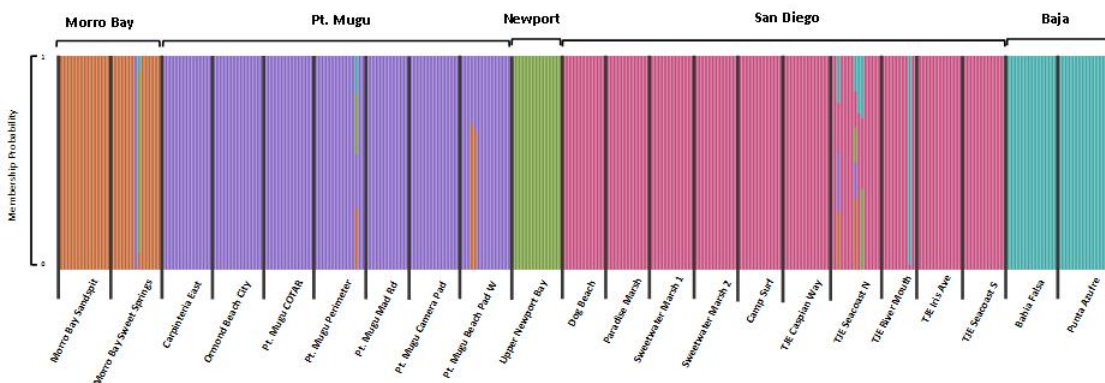
나. 위협요인과 형태학적 특징(Threats & Morphology)

- 1) 위협요인: 해안가 개발, 침입종(위해식물, invasive plants), 폭풍, 해수면 상승, 수로변화, 가뭄, 쓰레기, 오솔길(답압)
- 2) 대부분의 개체군은 Newport Bay와 Morro Bay 지역을 제외하고 가느다란 선형의 잎을 가진다. 분포지역에서 꽃과 잎색의 변이가 나타난다.



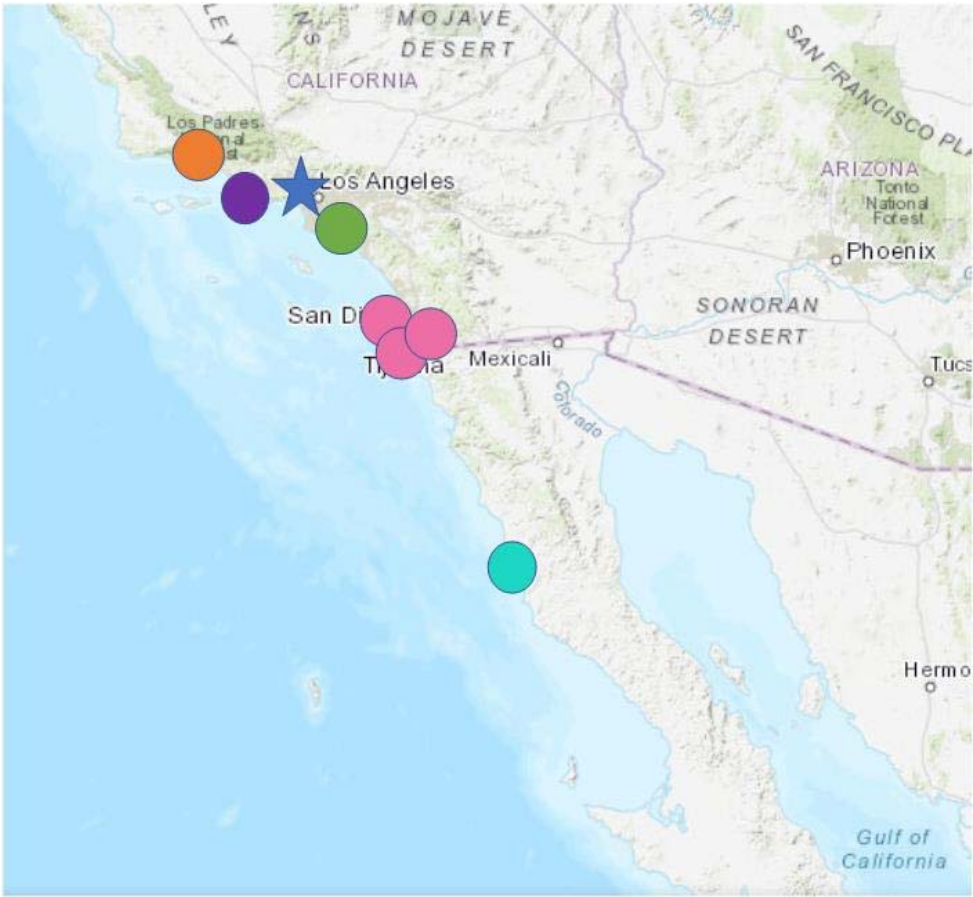
\*외부형태 변이를 보이는 지역 타입

다. 유전군집(Genetic Clusters)



\* 유전군집(Genetic clusters)을 고려해서 아래 사진 별표(★) 지역에 재 도입을 시행할 지역타입을 선정해 볼 것, 그 이유는? 지역타입이 적은

Morro Bay, Newport, Baja 지역의 식물유전자원을 우선적으로 확보하고 재도입에 적용하는 것이 필요할 것으로 보인다. 식물의 특성을 고려해서 대상종과 공생(반기생 식물) 가능한 환경을 조사해야 하고, 개체군 별 개체수 파악이 우선적으로 시행되어야 한다.



재도입 지역 선정을 위한 사례 연습



## Part 3. Recipient Site(적절한 대상지)

### 1. 적절한 재도입 대상지 선택(Choosing a suitable reintroduction site )

가. 대상지 평가를 위한 기술(Techniques for evaluating a recipient site)

- 1) 속성을 수량화할 수 있는 매트릭스 사용(Use a matrix to quantify attributes)
- 2) 점유 및 비점유 자생지에서 중요하다고 여겨지는 요인 검사(Test factors that you believe may be important in occupied and unoccupied habitat)
- 3) 실험으로 재도입을 사용(Use the reintroduction as an experiment)

나. 매트릭스 사용(Use the matrix)

Category 1: Logistics, implementation, management			
A) Status of relationship with land owner and management	none	some	good
B) Commitment level of agency to protect introduced population	none	some	good
C) Site preparation, threats removed	no	partially	completely
D) Amount of public access/susceptibility to human disturbance	high	med	low
E) Accessibility for planting logistics and future monitoring	poor	fair	good
F) Water source present		no	yes

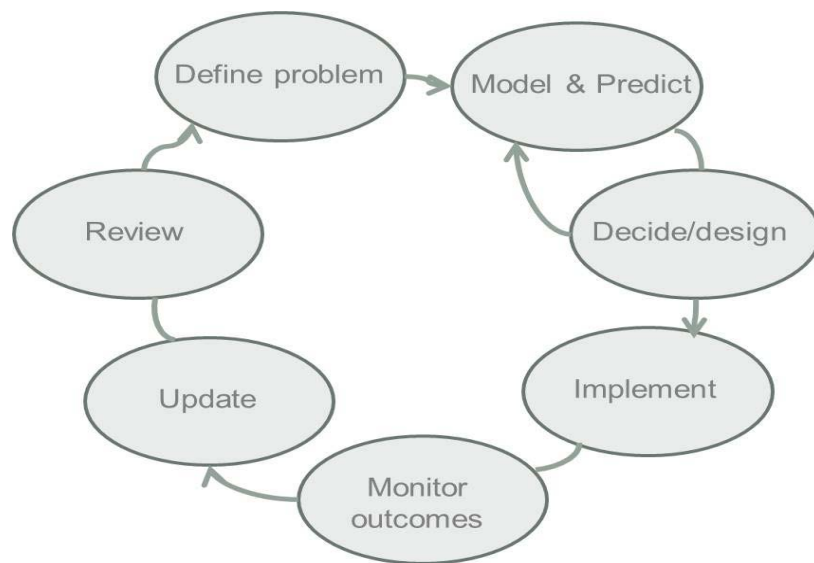
다. 매트릭스를 이용한 대상지 점수 비교(Compare site scores from the matrix)

Location	A) Status of relationship with land owner	B) Commitment level to protect and maintain introduced population	C) Site preparation, threats eliminated or reduced	D) Site accessibility for planting/mon itoring	E) Amount of susceptibility to human disturbance	F) Water source present	Category 2 Total
Key Biscayne	2	1	1	1	1	2	8
Virginia Key	1	1	1	1	1	2	7
Miami Beach	3	2	2	1	3	2	13
Miami Beach	2	2	2	1	2	2	11
Hallandale	1	1	2	1	1	2	8

라. 중요하다고 판단되는 요인 검사(Test factors you believe to be important)

## 2. 재도입을 위한 적응형 관리(Adaptive management for reintroductions )

가. 적응형 관리(Adaptive management) : 시간 경과에 따라 불확실성을 감소시키는 반복적인 과정(not trial & error)이다. 목표는 의사결정의 불확실성을 줄이는 것이다. 프로젝트를 재작성할 시 설정을 극대화한 복원 기술을 사용하고, 데이터 예측을 중심으로 프로젝트를 설계하고 결과를 업데이트하고, 모니터링 데이터를 검토하여 모델과 예측에 적합한지 확인한 다음 다른 문제를 재정의하는 과정을 반복한다. (Key words : 모델 개발, 구현, 모니터링, 평가, 조정, 재도입 프로그램을 위한 이상적인 체계, framework)



적응형 관리의 순환 모델(McCarthy *et al*, 2012, Reintroduction Biology)

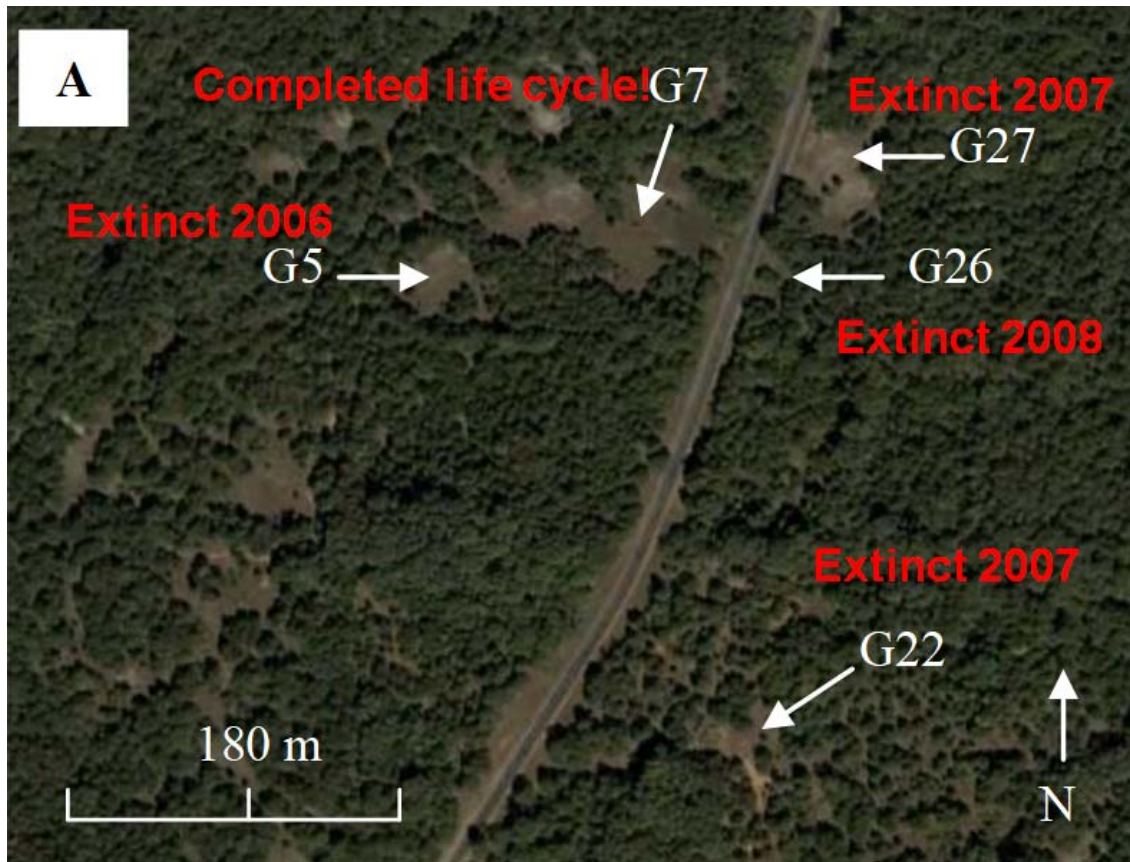
나. 문제점 : Adaptive management for reintroductions

- 1) 희귀종에 대한 연구 및 정보가 부족한 상황(Information about life-history and biology of rare species poorly understood or highly uncertain)
- 2) 관리와 기술방법 미흡(Response to management and technique often unknown)
- 3) 실험의 위험성과 도전성(Experimentation is too risky and challenging in some cases)
- 4) 많은 이해당사자와 의사결정자(Involved multiple stakeholders and decision makers: managers, scientists, practitioners, landowners)

다. 적응형 관리체계가 재도입 성공을 향상 시킬 수 있다(Adaptive management framework can improve reintroduction success)

- 1) 재도입은 실험이나 시행착습 없이는 성공할 수 없다.

2) 성공적인 재도입은 순차적으로, 적응형 관리 순환을 여러 번 거쳐 얻을 수 있다.



장기(15 years) 개체수 모니터링 사례

## Part 4. 모니터링과 정보공유(Monitoring and Sharing Information)

모니터링 프로그램은 재도입된 개체군과 환경변이와 드문 이벤트(event, 태풍 혹은 다른 과정에서 수반되는 방해요소들)에 개체군의 반응에 대한 장기적인 정보를 얻기 위해 구성되어야 한다.

### 1. 적합한 모니터링 계획 설계(Design appropriate monitoring plan)

모니터링은 재도입 프로그램의 성공을 결정하는 데 중요한 요소이다. 1) 적절한 모니터링 계획 수립, 명확한 목표 설정이 필요하다. 2) 후임자가 프로젝트를 지속하는데 필요한 정보를 충분히 상세히 기술해야 한다(연구기관에 정확한 정보기록). 3) 계획은 새로운 정보와 프로토콜에 대한 업데이트로 시간이 지남에 따라 동적으로 적용되어야 하며, 대상종의 기초정보를 바탕으로 수립되어야 한다.

### 2. 전체 모니터링계획의 10가지 항목

(Ten key components of every monitoring plan, CPC)

- ① Develop clear objectives(명확한 목표 개발)
- ② Define sample units(샘플 단위 정의)
- ③ Determine monitoring frequency(모니터링 빈도 결정)
- ④ Monitor vital rates(필수적인 모니터 비율)
- ⑤ Evaluate fecundity(생산성 평가)
- ⑥ Survey new habitat patches for dispersal or spread  
(산포 또는 확산에 대한 새로운 분포지 조사)
- ⑦ Monitor wild reference populations(자생 비교 개체군 모니터링)
- ⑧ Monitor threats(위협요인 모니터링)
- ⑨ Prepare backup plan to relocate lost sampl units  
(손상, 손실될 샘플 단위를 대체하기 위한 백업 계획 준비)
- ⑩ Archive monitoring data and provide metadata  
(모니터링 데이터 보관과 메타데이터 제공)

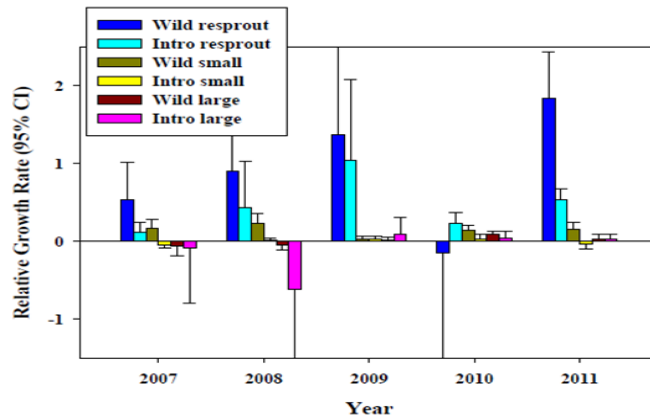
### 3. 미주리식물원의 모니터링 단계(Monotoring steps of Missouri Botanical Garden)

Annual Data Curation Notes	
Step 1	Enter all data from field forms.
Step 2	If, as in most years, survival is not recorded a second and third time and there is not third visit, enter "DNR" for cells in the columns srv.2, date.3, and srv.3
Step 3	Filter the column srv.1 for N.TP. Ensure that the corresponding stg.cls is either "D" if the tag that was pulled was from a newly tagged seedling in the previous year or "NA" if the tag was pulled from a plant that was "N.TL" for srv.1 in the previous year (in which case the stg.cls for the previous year was "D" since it died the previous year). Highlight in yellow the cell background for srv.1 for the year in which stg.cls=D, then format the cell font color as tan background #2 for all cells to the right. This allows for the spreadsheet sorting illustrated above.
Step 4	Filter the column srv.1 for N.TL. Ensure that the corresponding stg.cls is "D" - in nearly all cases this remains as "D" and the tag is pulled the subsequent year, but in some cases the plant is rediscovered and this is changed to "DMT" in the subsequent year. To draw attention to all N.TL cells, highlight the cell background in orange, but do not alter the font color of any cells for the row since this tag is still in the dataset for the time being
Step 5	Filters srv.1 to show only TNF.PP and TNF.NP to ensure that stg.cls values adhere to the data rules laid out above in sections G & H
Step 6	Filter srv.1 for the previous year to check if there were any N.TL that were not N.TP in the current year. That is to say, check for dormant plants that recovered and change the srv.1 and stg.cls for the previous year to DMT instead of N.TL and D
Step 7	The formulas ensure that most illogical combinations do not occur, such as seedlings with flowers. However, because stage class and survival are both dropdown cells, it is possible for errant entry combinations such as (srv.1=I) & (stg.cls=D). Filter values for the srv.1 and stg.cls columns to check that combinations adhere to the rules explained in the data notes above. Some discrepancies may require referencing the original datasheets. Also check for errors such as plants for which ste.cls=R that do not have data for infl.num and other reproductive columns. Confirm that S&J plants have stem#=1 - formulas are automatic but can be errantly overwritten.
Step 8	The field for herbivory is often left blank if no herbivory was observed - it should be 0. If this wasn't addressed during data entry, find and replace blank cells with 0 for active tags. Since there are formulas even in the cells that appear blank, a find and replace function won't work. Instead, filter the herb column to show only blanks, then copy and paste 0 into all cells shown in the filter. **Dead plants should be "NA" for herbivory.
Step 9	The field for notes is typically blank - it should be NA in the spreadsheet if there were not notes entered. If this wasn't addressed during data entry, find and replace blank cells with 0 for active tags.
Step 10	For all newtags, ensure that the cohort column data has been entered. Highlight all blank cells for the previous years in which those new tags were not part of the dataset, then replace all these blanks with "NA" and format the cell font color as tan background #2
Step 11	Sort the entire spreadsheet as illustrated above, based on the cell color of the notes field for the year of data entry
Step 12	Ensure that the formulas are copied two years in advance of the current data entry year in order to avoid overwriting these formulas. Simply copy and paste, then do find and replace to update the reference cells for stag.cls that are used to autopopulate many values (e.g. find all \$HL and replace with \$IB). Copy these formulas to rows beneath the current year's data entry so that they will function for new tags in the subsequent year. Format cell fonts for alternating years as has previously been done, which helps visually discern different years. It may be easier if this is done for tabs at once (site) after all other curation in each tab has been completed. This assembly line approach seems more efficient.
Step 13	Cut the "lst.stg" formula from the previous years data and insert it in the current year, updated all reference cells if needed (much the same as is done for step 9, though there are far more cells to reference for this formula - stg.cls and stem number for the previous three years). This formula is used to populate the lst.stg column on the data sheets for the subsequent year, which is extremely useful. It may be easier if this is done for tabs at once (site) after all other curation in each tab has been completed. This assembly line approach seems more efficient.
Step 14	Create Datasheets for the subsequent field season. Populate meta data, copy srv from previous year. For the lst.3.stg column, copy the values from the lst.3.stgs.formula into the field datasheet, then find and replace "NANA" with "NA", "DNA" with "D", "DMTNA" with "DMT", and "transplant" with "trn" for brevity

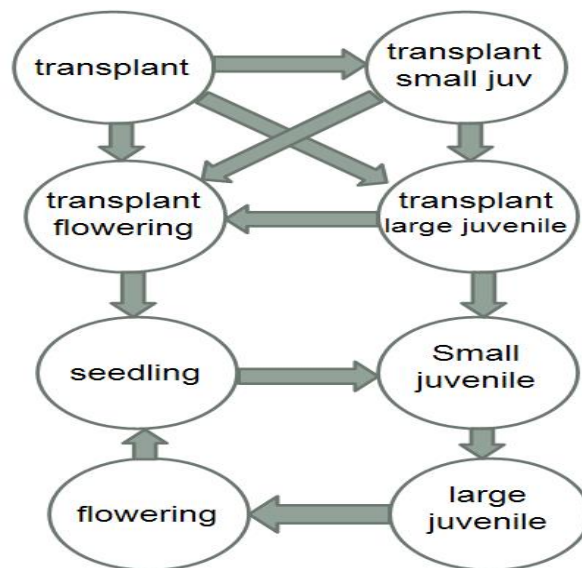
### 4. 데이터 분석(Data Analysis)

가. 단기간(Short term, <5years) : 자생(야생) 개체군과의 비교를 통해 생존율에 대한 맥락을 찾는다. 이때 데이터 접근 방법은 종에 따라 달라진다. 생존율은

개체군 적합성의 추정치를 제공하기 때문에 분석해야 할 중요한 변수이다. 특히 다년생 식물의 경우, 시간의 경과에 따라 자연개체군과 재도입 개체군의 생존율과 개화 비율을 조사하여 중요한 맥락을 밝혀내는 것이 중요하다. 서로 다른 크기의 야생 개체군과 재도입된 개체군은 상대생장율이 다르게 나타났다.



나. 장기간(Long term, >5years) : 궁극적으로 다양한 관리 시나리오에서 개체수 증가율과 위협요인을 추정하기 위해 개체수 정보(demographic information)를 통합해야 한다.



개체군 생존을 복원 분석  
(Population viability restoration analysis)

다. 데이터 공유(Data Sharing)

- 1) 모든 것을 문서화하고, 웹사이트에 보고서 또는 저널로 배포한다.
- 2) 모든 재도입 데이터베이스에 업로드한다.
- 3) 메타분석에 활용할 수 있는 데이터를 만들어야 한다.