



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩 士 學 位 論 文

指導教授 文 炫 植

멸종위기식물 풍란의 복원 후 시간경과에 따른
생육특성

Growth Characteristics over Time after Restoration of *Neofinetia*
falcata (Thunb.) Hu., an Endangered Wild Species I Class

慶 尙 大 學 校 大 學 院

山 林 資 源 學 科

黃 富 盈

2019. 2.

碩士學位論文

指導教授 文炫植

멸종위기식물 풍란의 복원 후 시간경과에 따른
생육특성

Growth Characteristics over Time after Restoration of *Neofinetia
falcata* (Thunb.) Hu., an Endangered Wild Species I Class

이 論文을 農學 碩士
學位論文으로 提出함

慶尙大學校大學院

山林資源學科

黃富盈

2019. 2.

黃 富 盈의

碩士 學位論文을 認准함

審 查 委 員

委員長

崔 明 錫



委 員

金 鍾 甲



委 員

文 炫 植



慶 尙 大 學 校 大 學 院

2019. 2.

목 차

List of Tables	iii
List of Figures	iv
Abstracts	vi
I. 서론	1
II. 연구사	4
III. 재료 및 방법	6
1. 조사지 개황	6
1) 연구대상지	6
2) 조사지 기상 개황	7
2. 조사 및 분석방법	9
1) 식물상 분석	9
2) 풍란 원종확보 및 생장배지 구명	10
3) 복원 방법 및 생육 모니터링	12
4) 통계분석	13
IV. 결과 및 고찰	15
1. 식물상	15
1) 관속식물상	15

2) 회귀식물	21
3) 귀화식물	22
4) 식물구계학적 특정식물	23
 2. 풍란 원종확보 및 생장배지 구명	26
 3. 복원 후 생육 모니터링	27
1) 복원 개체의 생육 모니터링	27
2) 부착 방법별 생존현황	29
3) 부착 개체수별 생존현황	30
 4. 시간경과에 따른 생장량	32
1) 전체 생장량	32
2) 부착 방법별 생장량	36
3) 부착 개체수별 생장량	41
 5. 통계분석	46
1) 상호작용 분석	46
2) 상관관계 분석	50
3) 로지스틱 회귀분석	51
 V. 결 론	53
 VI. 참고문헌	55

List of Tables

Table 1. The calculation process of ecological indices applied in this study	9
Table 2. Configuring variables and coding method	14
Table 3. The flora of vascular plant in habitat and restoration site of <i>Neofinetia falcata</i>	16
Table 4. The list of vascular plant in habitat and restoration site of <i>N. falcata</i>	18
Table 5. The list of Korean endemic plant in habitat and restoration site of <i>N. falcata</i>	21
Table 6. The list of naturalized plant in habitat and restoration site of <i>N. falcata</i>	22
Table 7. The list of floristic regional indicator plants in habitat and restoration site of <i>N. falcata</i>	25
Table 8. Growth characteristic on various culture medium of <i>N. falcata</i>	26
Table 9. Survival characteristic of <i>N. falcata</i> by monitoring time	27
Table 10. Survival characteristic of <i>N. falcata</i> by method of attachment	30
Table 11. Survival characteristic of <i>N. falcata</i> by number of attachment	31
Table 12. Growth characteristic of <i>N. falcata</i> by monitoring time	32
Table 13. Comparison of growth by number and method of attachment in second monitoring	47
Table 14. Comparison of growth by number and method of attachment in third monitoring	48
Table 15. Comparison of growth by number and method of attachment in forth monitoring	49
Table 16. Correlation between growth and meteorological factors of <i>N. falcata</i>	50
Table 17. Coefficient estimate in a logistic regression model for the probability of survival of second monitoring	51
Table 18. Effects of various growth characteristics on survival rate of <i>N. falcata</i>	52

List of Figures

Fig. 1. The location map of study area.	6
Fig. 2. General weather condition in Geoje city.	7
Fig. 3. General weather condition at Myeongsa in Nambu-myeon, Geoje city during four years(2015~2018).	8
Fig. 4. Investigating <i>Neofinetia falcata</i> habitat and securing the foundation seeds A. Habitat (Rock), B. individuals of <i>N. falcata</i> , C-D. Collected fruit (capsule).	10
Fig. 5. In vitro culture and ex vitro acclimatization of <i>N. falcata</i> . A. Planting seeds, B. In vitro culture, C. Mature individual In vitro culture medium, D. Ex vitro acclimatization.	12
Fig. 6. Method and number of attachment for restoration of <i>N. falcata</i> . A. Stone, B. Moss, C, Tree, D. 1 individual, E. 2 individuals, F. 3 individuals.	13
Fig. 7. Shoot number by monitoring time of <i>N. falcata</i>	33
Fig. 8. Plant length by monitoring time of <i>N. falcata</i>	33
Fig. 9. Plant width by monitoring time of <i>N. falcata</i>	34
Fig. 10. Leaf number by monitoring time of <i>N. falcata</i>	34
Fig. 11. Leaf width by monitoring time of <i>N. falcata</i>	35
Fig. 12. Leaf length by monitoring time of <i>N. falcata</i>	35
Fig. 13. Shoot number by method of attachment of <i>N. falcata</i>	38
Fig. 14. Plant length by method of attachment of <i>N. falcata</i>	38
Fig. 15. Plant width by method of attachment of <i>N. falcata</i>	39
Fig. 16. Leaf number by method of attachment of <i>N. falcata</i>	39
Fig. 17. Leaf width by method of attachment of <i>N. falcata</i>	40
Fig. 18. Leaf length by method of attachment of <i>N. falcata</i>	40
Fig. 19. Shoot number by number of attachment of <i>N. falcata</i>	43

Fig. 20. Plant length by number of attachment of <i>N. falcata</i>	43
Fig. 21. Plant width by number of attachment of <i>N. falcata</i>	44
Fig. 22. Leaf number by number of attachment of <i>N. falcata</i>	44
Fig. 23. Leaf width by number of attachment of <i>N. falcata</i>	45
Fig. 24. Leaf length by number of attachment of <i>N. falcata</i>	45



Abstracts

The purpose of this study was to analyze the flora and growth characteristic of restoration sites to investigate the efficient restoration method of endangered species of *N. falcata*. Analysis of investigating the growth medium, flora, growth and interaction of *N. falcata* by the number and method of attachment, correlation between growth and meteorological factors, coefficient estimate in a logistic regression model for the probability of survival was conducted.

1. The flora

The flora of *N. falcata* habitat site was a total of 48 taxa including 29 families, 45 genera, 40 species and 8 varieties, and restoration site was a total of 48 taxa including 26 families, 42 genera, 43 species and 5 varieties. Among the plant species, 5 taxa were endemic plants in habitat site, and 1 taxa were endemic plant. 2 taxa were naturalized plants only in restoration site. There were a total of 24 taxa for the floristic regional indicator plants in habitat site, and a total of 16 taxa for the floristic regional indicator plants in restoration site. For a quantitative and objective analysis and evaluation of the flora, endemic index in habitat site (10.4%); restoration site (4.2%), specific index in habitat site (50.0%); restoration site (33.4%) and Pte-Q in habitat and restoration site (0.53), unnaturalized index (4.2%), urbanized index (0.5%) only in restoration site used in this study.

2. Gathering the seeds and investigating the growth medium of *N. falcata*

As to the result of an analysis of four culture media, including LMWP, MS,

MS+Charcoal and Hyponex for an investigation of the appropriate growth medium for the seeds, the width of the plant, the number of leaves, the length of the leaves and the number of roots, overall, the figure of growth were highest in the LMWP culture medium.

3. Growth monitoring of *N. falcata* after restoration

According to the result of the growth monitoring of *N. falcata* , The survival rate was 27.0%, the death rate was 24.0%, the loss rate was 48.0%. According to the result of survival status by method of attachment, individual attached to the moss (35.4%) > individual attached to the stone (22.2%) > individual attached to the tree (8.3%) survived in order. According to the result of survival status by number of attachment, 1 individual (28.9%), 2 individuals(27.8%), 3 individuals(26.6%) survived in order.

4. Growth of *N. falcata* over time after restoration

According to the result of the overall growth rate analysis, shoot number increased to 190%, plant length to 134%, plant width to 121%, leaf number to 126%, and leaf length to 114%, however, the leaf width decreased. According to the result of the growth rate analysis by method of attachment, shoot number, plant length, plant width, leaf number, leaf width, leaf length were all found to have a positive effect on growth. According to the result of the growth rate analysis based on number of attachment, single shoot attached on plants has shown better growth than two or three attachment. Whereas 2 individuals attached to the plant shown better plant width, leaf width and growth. On the other hand, leaf number and leaf length were found to have a positive difference on the growth of 3 individuals.

5. Statistical analysis

According to the result of analysis of the interaction effect between the method of attachment and the number of attachment after restoration, attachment method of tree, moss was relatively good for growth compared to stone($p < 0.05$). As a result of correlation between growth and meteorological factors, the number of leaves was positively correlated with average maximum temperature and minimum temperature. In the case of wind speed, the shoot number showed negative correlation with the maximum instantaneous wind speed, and the width of the plant showed a negative correlation with the average wind speed. Based on the data obtained before the restoration, the effects of shoot number on the survival probability were found to have a positive effect on the survival rate and the tree attachment method had a negative effect on the survival probability.

I. 서론

우리나라의 경우 도시화와 산업화로 인한 서식지 감소, 기후변화 등으로 생물다양성이 심각하게 위협받고 있다. 이 중 가장 커다란 요인은 동식물 서식지의 감소이다. 산림 전용 등 토지이용 변경이 늘어나면서 서식지가 점차 줄어들고 있다. 조림, 군락 복원, 산림의 자연회복 등의 증가에도 불구하고 산림 면적은 매년 약 1만2천ha가 감소하고 있으며, 우리나라의 기후변화 진행속도 또한 세계 평균보다 빠르다. 지난 100년간 6대 도시의 평균기온은 약 1.5℃가 상승하였으며 이런 현상은 국내 생물다양성의 급속한 감소로 이어질 수 있다(환경부, 2012).

이러한 이유로 2018년 멸종위기종 목록이 개정되었으며, 한국의 적색목록 평가 결과를 고려하여 현재 I급은 51종에서 60종으로, II급은 195종에서 207종으로 확대하여 총 267종으로 정비되었다. 분류군별로는 포유류 20종, 조류 63종, 양서·파충류 8종, 어류 27종, 곤충 26종, 무척추동물 32종, 식물 88종, 해조류 2종, 고등균류 1종 등이다. 멸종위기종 중 붉은어깨도요, 꼬리도롱뇽 및 개체수가 적은 물거미 등 21종이 신규 지정되었으며, 개체수가 많은 미선나무, 층층둥굴레, 분류학적 재검토가 필요한 장수삿갓조개, 절멸한 것으로 추정돼 멸종위기종에서 관찰종으로 바뀐 수리팔랑나비 등 4종이 멸종위기종 목록에서 해제되었다. 국내 월동 개체 수가 5마리 미만인 먹황새와 남해안 일부에만 서식하는 좀수수치를 비롯한 10종은 등급이 상향 조정되었고, 개체수가 안정적으로 유지된 섬개야광나무는 멸종위기 등급이 하향 조정되었다(환경부, 2017).

풍란(*Neofinetia falcata* (Thunb.) Hu.)은 지속적인 남획과 도채, 서식지 파괴로 1989년 특정야생동·식물로 처음 지정된 이후, 1993년 특정야생동식물, 1996년 특정야생동식물, 1998년 멸종위기 야생동식물 및 보호야생동식물, 2005년 멸종위기 야생동·식물 I급, 2012년 멸종위기 야생생물 I급으로 지정되어 보호받고 있다. 한국, 북한, 일본, 중국 남부에 분포하며, 바위나 나무에 붙어사는 착생란으로 바람이 잘 통하고 다소 습한 곳에 서식한다. 우리나라에서는 고도 350 m 이하에서 서식이 확인되며, 중국에서는 고도 1,500-1,600 m에서 서식하는 것으로 보고되고 있다. 잎은 두 줄로 달리고 서로 마주 안으며 넓은 선형이고 길이

5~10 cm, 너비 6~8 mm로서 뒤로 활처럼 굽으며 7월에 순백색의 꽃이 핀다(김형근, 1999; 이창복, 2003).

한려해상국립공원은 세계 식물구계구분에 의하면 북방식물계의 동아구계역 중 한국구 남단에 위치하며(Ronald, 1947), 이우철과 임양재(1978)는 한국구의 8개 아구 중 남해안 아구에 속한다고 보고하였다. 식물의 분포는 동남해안을 따라 난 대수종인 동백나무, 후박나무, 팔손이, 송악, 참식나무, 멸꼴 등 상록활엽수종이 다양하게 분포함으로써 식물자원 보전의 가치가 높은 지역이라 할 수 있다. 또한 한려해상국립공원은 해상형 국립공원으로 유인도서 29개와 무인도서 71개 등 총 100개의 유·무인도서가 존재한다. 그 중 지형이나 경관, 생태적 보전가치가 우수한 13개 특정도서를 관리하고 있으며, 이는 전체 국립공원 내 특정도서(23개소)의 56% 비율이다(국립공원관리공단, 2015).

특정도서란 사람이 거주하지 아니하거나 극히 제한된 지역에만 거주하는 섬으로서 자연생태계·지형·지질·자연환경이 우수한 독도 등 환경부장관이 지정하여 고시하는 도서(島嶼)를 말한다(독도 등 도서지역의 생태계 보전에 관한 특별법 제2조1항). 특정도서는 2000년 47개소가 처음 지정된 후 현재 총 206개소(2014. 02지정) 1,691,139 m²가 지정되어 있는 상태이고, 14년간 특정도서의 수는 약 4배가량 증가하였다(김세훈 등, 2014). 하지만, 희귀 동·식물의 남획, 염소 방목에 의한 식물상 및 식생훼손, 낚시꾼, 관광객 등에 의한 쓰레기 오염 등으로 고유한 생태계가 훼손되고 있어(신현철, 2017) 특정도서의 지정 개소수가 증가함에 따라 그에 따른 식생 관리와 복원의 필요성이 증대되고 있다.

국내 멸종위기 야생식물에 대한 복원 사업은 제주도(1973) 주관 하에 쑥섬에 파초일엽을 식재한 것을 시작으로 복원기술 개발과 그에 따른 복원 사업이 지속적으로 추진되고 있다. 그러나 제주도 쑥섬에 복원된 파초일엽은 일본의 팔장도에서 들여와 증식된 개체로 확인되었으며, 1973년 300개체 이상을 식재하였으나 1997년 현장 조사에서 관리소홀로 단지 10여 개체만 확인되었다(김주환과 김윤식, 1997). 또한, 울릉도의 계곡부에 군락을 이루고 있는 고추냉이 자생종은 1920년대에 일본인에 의해 시험재배 되었다가 해방과 더불어 재배가 중단된 후 자연상태로 방치되었다(허수정 등, 2004). 이와 같이 과거에 증식·복원되었던 많은 식물군 중 제주도에 복원된 왕벚나무(문화재관리국, 1998)를 제외하고는 대

부분의 복원종은 다음과 같은 문제점이 있는 것으로 파악되었다. 첫째, 분류학적 실체가 불확실한 종의 증식·복원, 둘째, 대상종에 대한 과거 자생지(모수)에 대한 조사 부족, 셋째, 대상종에 대한 위협정도의 미확인 상태에서의 복원 수행, 넷째, 다른 나라에서 들여온 모수를 사용하여 증식·복원 사업 수행하는 등 문제점이 제기되어 왔다(국립공원관리공단, 2012).

본 연구는 멸종위기종인 풍란의 복원을 위하여 풍란 자생지의 종자를 이용하여 복원하였으며 복원 후 4년간 풍란의 생육특성을 조사·분석하여 멸종위기식물인 풍란의 효율적인 증식·복원을 위한 기초적인 자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구사

풍란의 증식에 관한 연구로 국내에서는 종자 무균파종에 관한 보고(정재동, 1979; 1980)와 풍란의 경정배양에 의한 유묘의 대량 증식(정재동 등, 2004)이 보고되었고, 해외에서는 Knudson(1922)에 의해 무기염류와 당을 넣은 인공배지를 이용하거나 종자의 무균배양에 성공한 이후 무균배양 시 배양환경과 배지에 첨가하는 유·무기물, 성장조절물질, 천연물질의 첨가, pH 등 조직배양에 관한 많은 연구가 수행되었다.

생물다양성협약(Convention on Biological Diversity; CBD)에 따른 나고야 의정서(Nagoya protocol) 발효에 의해 국내 고유종들의 관리와 보존에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이에 따라 특히 멸종위기의 고유종들에 대한 정확한 실태 파악과 함께 이들의 보존을 위한 자생지 복원이 대두되고 있다. 자생지 복원에 관한 연구로 조영준(2012)은 월출산국립공원에서 끈끈이주걱의 잎 끝이나 뿌리처럼 생장점을 가지고 있는 부분에서 새로운 개체가 생성되는 특성을 이용하여 증식하였고, 6월 이전에 습지에 이식함으로써 생존율을 높였다고 보고하였다. 박정근 등(2014)은 제주도 한라산에서 금자란 복원을 위한 자생지 내 도입실험에서 야생 개체에서 성숙한 종자를 이용하여 증식하였고, 계곡주위에 도입하여 200일이 지나 생존율을 조사한 결과 26.9%가 생존하고 있었다고 보고하였다. 남수환과 김상태(2017)은 울릉도 특산 식물 선모시대의 증식과 파괴된 원자생지 복원 연구에서 문헌조사와 자생지조사를 통해 분포를 확인하였고, IUCN에서 제시한 기준에 의거한 멸종위기등급에 대한 평가를 시도하였으며, 자생지 외 증식을 위한 발아 및 생육 조건의 파악과 증식된 개체들을 이용하여 파괴된 원 자생지 복원을 시도하였다. 분포지 조사 결과, 60여 개체를 확인하였고 멸종위기 범주인 CR 등급에 속하고 있다고 보고하였다. 또한, 증식에서는 광조건 하에서 500 mg/L 농도의 GA3의 처리를 하였으며, 상토와 마사토의 1:1 배합토에서 가장 좋은 생육상태를 보였다고 보고하였다. 박성수 등(2017)은 고속도로변 시설지를 대상으로 식재 후 생육상태 모니터링에서 고사된 개체가 많이 나타났는데, 이는 토양, 수분관리, 비점오염원 저감 및 귀화식물의 관리 등이 포함된 전략적 유지

관리 시스템이 부족하였기 때문으로 보고하고 있다.

멸종위기종 등 국내 고유종들의 관리와 보존에 대한 관심이 높아지고 있으며, 그에 대한 관리 방안을 마련하기 위해서는 다양한 정보가 축적되어야 한다. 고유종의 분포와 생태적 특성의 파악이 그 생물종을 관리 보전하는 일환이 될 수도 있으나, 그 이후 과정인 자생지에서의 원종확보, 증식, 복원, 복원 후 생육 모니터링에 관한 연구도 이루어져야 하는데, 현재로서는 전무한 실정이다. 또한, 풍란은 멸종위기 야생생물 I 급으로 자생지 내·외에 보전해야 할 가치가 있기 때문에 풍란의 최소존속개체군을 유지하기 위한 자생종에 맞는 증식방법과 복원 후 생육 모니터링을 통한 효율적인 복원방법이 구명되어야 할 것이다.

Ⅲ. 재료 및 방법

1. 조사지 개황

1) 연구대상지

본 연구 대상지는 행정구역상 남부면의 특정도서 5개소 중 풍란의 자생지 1개소와 복원지 1개소를 선정하여 식물상을 비교분석하였으며, 복원지 1개소를 대상으로 풍란 복원 후 시간경과에 따른 생육특성을 분석하였다(Fig. 1).

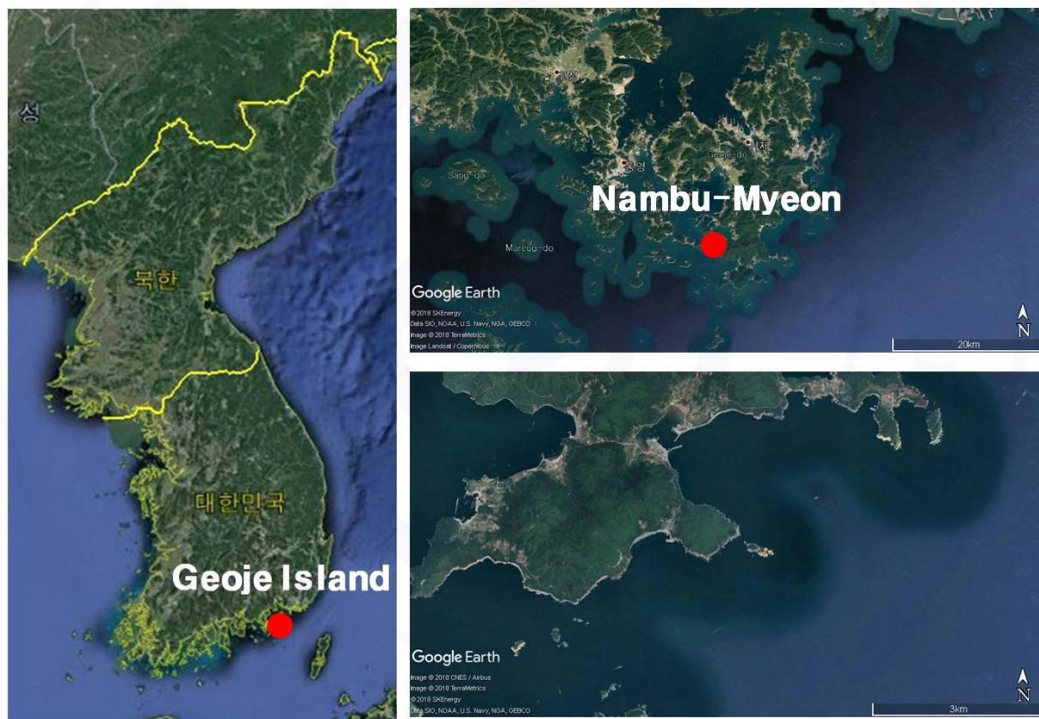


Fig. 1. The location map of study area.

2) 조사지 기상 개황

기상청 관측 자료를 바탕으로 최근 30년간 거제시의 평균기온, 강수량 등을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 거제시의 기후대는 남해안에 위치하여 바다와 접해 있으며, 온대해양성 기후지역으로 기온의 연교차 23.0℃로 한서의 차가 심하지 않다. 연구 조사지가 위치한 거제시의 최근 30년간 연평균기온은 14.3℃로 나타났다. 연도별로 1993년에 연평균기온이 13.4℃로 가장 낮게 나타났고, 2016년에 15.6℃로 가장 높게 나타났다. 또한 최근 30년간 거제시의 연평균강수량은 1888.0 mm로 나타났다.

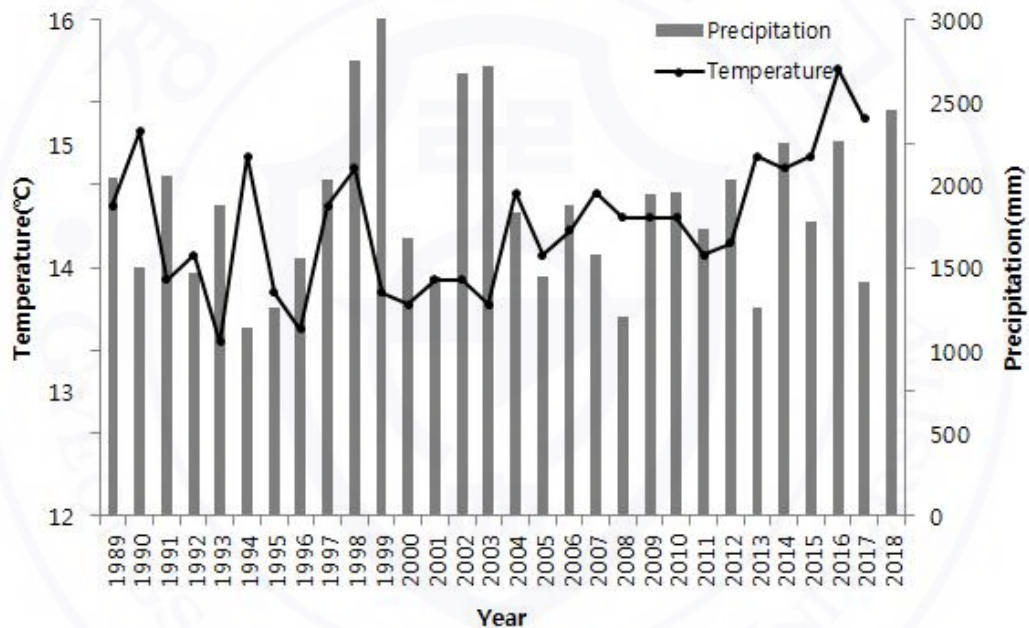


Fig. 2. General weather condition in Geoje city.

기후인자와 풍란의 생장량간의 상관관계 분석을 위해 복원이 실시된 2015년부터 2018년까지의 연구 조사지로 부터 직선거리로 3 km 이격거리에 있는 거제시 남부면 저구리에 위치한 명사관측소의 자료를 토대로 평균기온, 강수량 등을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다.

연구 조사지가 위치한 거제시 남부면의 최근 4년간 월평균기온은 16.0℃로 나타났다. 월별로 2018년 1월에 월평균기온이 2.9℃로 가장 낮게 나타났고, 2018년 8월에 27.3℃로 가장 높게 나타났다. 또한 최근 4년간 거제시 남부면의 월평균강수량은 141.4 mm로 나타났다. 월별로 2017년 1월에 0 mm로 가장 낮게 나타났고, 2016년 9월에 478 mm로 가장 높게 나타났다.

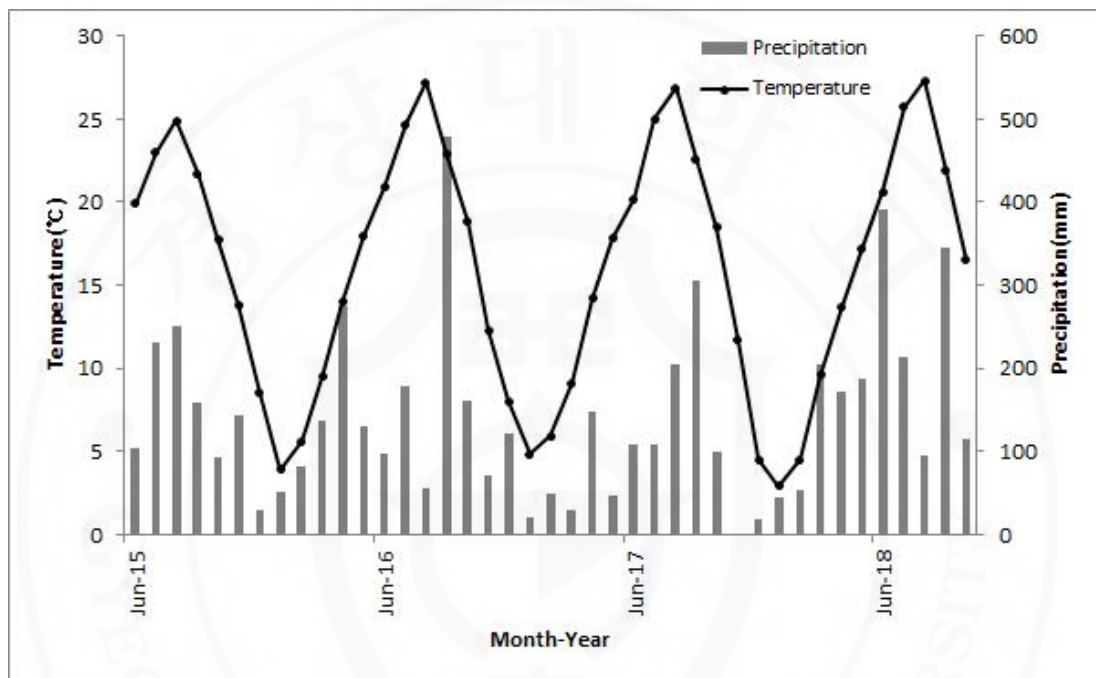


Fig. 3. General weather condition at Myeongsa in Nambu-myeon, Geoje city during four years(2015~2018).

2. 조사 및 분석방법

1) 식물상 분석

풍란의 서식환경을 조사하기 위하여 연구 대상지의 산림 및 녹지를 대상으로 2015년 4월부터 9월까지 현지조사를 실시하였다. 선박과 사람의 접근이 용이한 지역을 선정하여 조사하였으며, 관속식물상의 분류는 Fuller와 Tippo의 관속식물문(Tracheophyta)을 따른 원색대한식물도감(이창복, 2003)에 준하였으며, 식물명 및 학명은 국립수목원·한국식물분류학회(2007)에 따라 정리하였다. 양치식물은 한국양치식물연구회(2005), 희귀식물은 산림청과 국립수목원(2008), 식물구계학적 특정식물은 환경부(2012), 귀화식물은 이유미 등(2011)의 문헌을 이용하여 분류하였다. 특정지역의 식물상은 해당 지역의 생태계적 위치와 특성을 파악할 수 있는 생태계 지표이며, 식물상에 대한 정량적이고 객관적인 분석과 평가를 위해서 식물상을 활용한 지수개발이 필수적이다(오현경과 유주한, 2012). 따라서 본 연구지역에서 출현한 식물분류군의 생태적 지수를 Table 1과 같은 산출식을 이용하여 분석하였다. 조사지의 출현종 중 자원화가 가능하고 생태적 위치를 정량화하기 위하여 희귀율(RI: Rare Index), 특이율(SI, Specific Index)을 분석하였다. 귀화식물에 의한 조사지의 교란정도를 해석하기 위해 귀화율(NI, Naturalized Index), 도시화지수(UI, Urbanized Index)를 분석하였으며, 지표식물의 정량적 해석을 통하여 조사 지역의 특성을 분석할 수 있는 양치식물계수(Pte-Q: Pteridophyta Index)를 사용하였다.

Table 1. The calculation process of ecological indices applied in this study

Indices	Calculation process
RI (Rare Index)	$(\text{No. of rare plants in unit area} / \text{No. of whole surveyed plants in unit area}) \times 100\%$
SI (Specific Index)	$(\text{No. of specific plants in unit area} / \text{No. of whole surveyed plants in unit area}) \times 100\%$
NI (Naturalized Index)	$(\text{No. of naturalized plants in unit area} / \text{No. of whole surveyed plants in unit area}) \times 100\%$
UI (Urbanized Index)	$(\text{No. of naturalized plants in unit area} / \text{No. of whole naturalized plants in Korea, 321 taxa}) \times 100\%$
Pte-Q (Pteridophyta Index)	$(\text{No. of pteridophyta in unit area} / \text{No. of whole surveyed plants in unit area}) \times 25$

2) 풍란 원종확보 및 생장배지 구명

복원에 사용된 풍란 종자는 낙동강유역환경청으로부터 풍란 채취이식보관 허가를 받아 2012년 9월 한려해상국립공원 내 풍란 자생지에서 채집가위를 이용하여 씨방 3개를 채취하였다. 복원 대상지에 이식할 풍란 개체를 증식하기 위하여 확보한 씨방 3개를 이용하여 종자로 배양하였다(Fig. 4).



Fig. 4. Investigating *Neofinetia falcata* habitat and securing the foundation seeds A. Habitat (Rock), B. individuals of *N. falcata*, C-D. Collected fruit (capsule).

종자 배양을 위해 풍란의 종실을 70% Ethanol에 침지하여 20~30초간 자석 교반기에서 교반한 다음, 멸균수로 3회 수세하고 1% Sodium Hypochlorite에 침지한 상태에서 10분 동안 진공 살균 후 멸균수로 2~3회 씻어주었다. 그 후 종실 속에 들어있는 종자들을 Hyponex 배지위에 치상하였고, 발아를 확인하였다.

적정 생장배지를 찾아내기 위해 기내배양 시 일반적으로 사용되는 Hyponex, Murashige & Skoog(MS), Murashige & Skoog(MS)+ Charcoal 1 g/L, Lloyd & McCown Woody Plant Medium(LMWP)의 기본용량에 sucrose 30 g/L, gellan gum 2.3 g/L(pH 5.8)를 첨가한 배지를 고압멸균하여 사용하였다. 풍란 개체는 각각 10개체씩 3반복으로 치상하여 81 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$, $25\pm 1^\circ\text{C}$, 16h 장일조건에서 배양하였고, 1년 후 성장량을 조사하였다. 조사항목은 식물체 폭, 잎 수, 잎 길이, 뿌리수를 측정하였다. 잎 수와 뿌리수는 육안으로 조사하였으며 식물체 폭과 잎 길이는 디지털 버니어캘리퍼스(CD-20APX, Mitutoyo)를 이용하여 소수점 첫째자리까지 측정하였다.

풍란의 적정 생장배지 실험을 통해 확보한 개체는 LMWP에서 6개월 간격으로 계대배양하였으며, 기내과중 후 1년 6개월간 배양한 3,500개체 중 500개체를 배지에서 개체들을 추출하여 화분에 이식하여 85일간 기외순화하여 생육상태가 양호한 270개체를 복원대상종으로 활용하였다(Fig. 5).

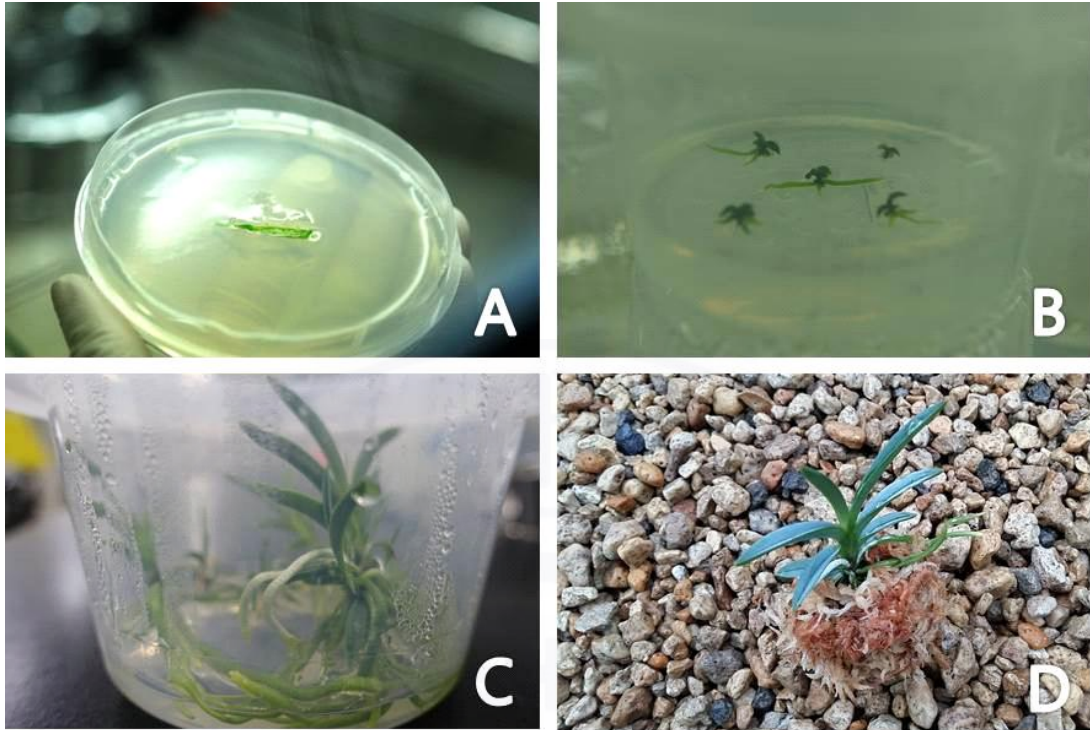


Fig. 5. In vitro culture and ex vitro acclimatization of *N. falcata*. A. Planting seeds, B. In vitro culture, C. Mature individual In vitro culture medium, D. Ex vitro acclimatization.

3) 복원 방법 및 생육 모니터링

부착 방법별 생육상태를 조사하기 위해 기내배양한 풍란의 기외순화 시 돌, 수태(樹苔)를 사용하였다. 돌에 부착한 개체는 복원대상지에서 돌을 수집하여 염분을 제거한 후 석부작의 형태로 순화하였고, 수태에 부착한 개체는 풍란 뿌리를 수태로 감싸고 수분의 손실을 막기 위해 황토분에 식재하였다. 식재 후 3개월간 순화기간을 거쳤으며, 복원지로 이송하기 전 단독개체와 군락개체의 생육차이를 구명하기 위해 1개체, 2개체, 3개체로 분류하였다. 복원은 2015년 6월에 실시하였으며, 복원개체 270개체 중 돌에 부착한 90개체는 수분이 모이는 바위틈에 단단하게 고정하였고, 수태에 부착한 144개체는 황토분을 제거하고 바위틈에 복원하였다. 나무에 부착한 36개체는 나뭇가지에 부착시킨 후 수분 보전을 위하여 마대포대로 감싸고 묶어주는 방법으로 이식하였다(Fig. 6).

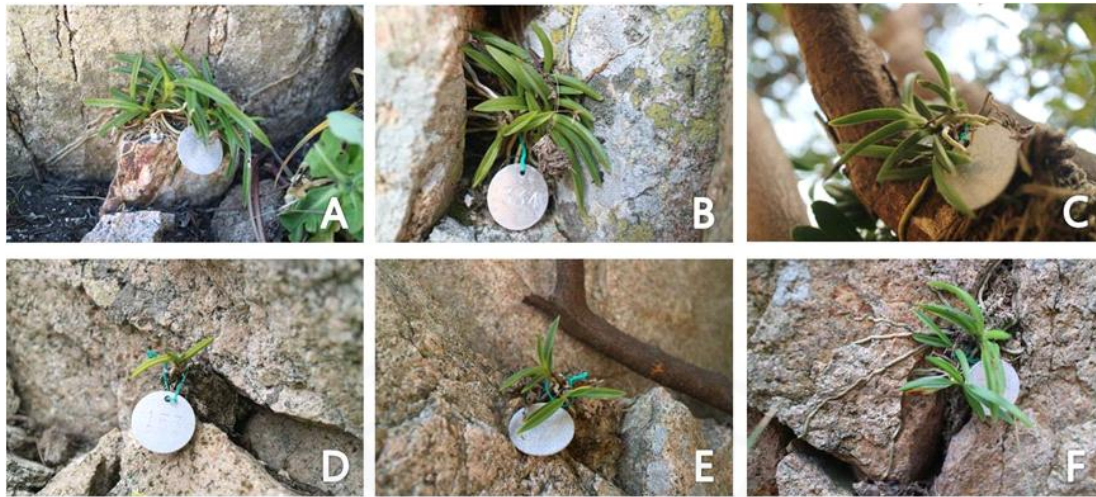


Fig. 6. Method and number of attachment for restoration of *N. falcata*. A. Stone, B. Moss, C. Tree, D. 1 individual, E. 2 individuals, F. 3 individuals.

풍란 복원개체의 복원 전 모니터링은 2015년 6월에 실시하였으며, 1차 생육 모니터링(이하 1차 모니터링)은 이식 후 100일이 경과한 2015년 9월, 2차 생육 모니터링(이하 2차 모니터링)은 이식 1년 후인 2016년 6월, 3차 생육 모니터링(이하 3차 모니터링)은 이식 2년 후인 2017년 6월, 4차 생육 모니터링(이하 4차 모니터링)은 이식 3년 후인 2018년 10월에 실시하였다. 각 모니터링마다 풍란 복원개체의 시간경과에 따른 생육상황을 분석하기 위해 측수, 식물체 높이, 식물체 폭, 잎 수, 잎 폭, 잎 길이 등 6개 항목을 디지털 버니어캘리퍼스(CD-20APX, Mitutoyo)를 이용하여 측정하였다.

4) 통계분석

풍란의 자생지 복원 성장량 조사 통계분석은 복원 전, 1, 2, 3, 4차 모니터링 자료를 이용하여 독립변수에 부착 방법(돌, 수태, 나무), 부착 개체수(1개체, 2개체, 3개체), 종속변수에 생육실태항목(측수, 식물체 높이, 식물체 폭, 잎 길이, 잎 폭, 잎 수)으로 설정하여 이원분산분석(Two-Way-ANOVA)을 실시하였다. 유의 확률은 5% 수준에서 분석을 실시하였고, 상호작용효과가 존재할 경우 부착 방법과 부착 개체수는 단순 주 효과 분석만 실시하였으며, 상호작용효과가 존재하지 않을 경우 각 인자 간 주 효과 분석을 실시하였다.

복원 후 성장분석은 Duncan 검정법을 이용하여 각 처리의 평균치간 차이를 검정하였다. 풍란의 성장량과 기온, 풍속, 강수량 등의 기상인자와의 상관분석을 통해 풍란 생육환경조건의 유기적 관계를 알아보기 위하여 기상인자와의 선형관계를 구명하기 위해 기상인자를 독립변수로 하는 통계분석을 실시하였다. 복원 전 조사한 성장자료를 토대로 생존율에 미치는 영향을 검증하기 위해 이분형 로지스틱 회귀분석을 실시하였고, 변수 선택방법은 Stepwise 방법을 이용하였으며, 모든 변수를 포함시킨 후 하나씩 제거하는 후진선택법을 활용하였다. 독립변수로는 복원 전 조사 항목, 종속변수는 2차 모니터링과 4차 모니터링의 생존 여부(1 또는 0) 조사 자료를 활용하여 분석을 실시하였다. 로지스틱 회귀분석 변수 구성 및 코딩방법은 Table 2와 같으며, 통계 프로그램 SPSS(PASW Statistic 18)를 이용하였다.

Table 2. Configuring variables and coding method

Growth survey item	Cord description	Variable	Unit
Survival	1: Survival, 0: Loss	Dummy	-
No. of plants	1: 1 individual, 2: 2 individuals, 3: 3 individuals	Ratio	ea
Attach to stone	1: Stone, 0: Moss and Tree	Dummy	-
Attach to moss	1: Moss, 0: Stone and Tree	Dummy	-
Attach to tree	1: Tree, 0: Stone and Moss	Dummy	-
No. of shoots/plants	observation	Ratio	ea
Plant length	observation	Ratio	mm
Plant width	observation	Ratio	mm
No. of leaves	observation	Ratio	ea
Leaf width	observation	Ratio	mm
Leaf length	observation	Ratio	mm

IV. 결과 및 고찰

1. 식물상

1) 관속식물상

생태복원의 목표 및 설계 방향 설정을 위해 대상지 생태계의 모델이 될 수 있는 표준생태계를 설정하고, 지형, 기후, 토지이용, 생물 등이 반영된 하부 생태권역에 대하여 유역을 구분하고 그 이후 표준생태계를 선정한다. 다음 중 어느 하나 이상 충족되는 경우를 표준생태계로 선정하고, 오랜 기간 살아 온 토착 지역 주민에 의해 형성된 문화적 요소를 포함한다. 첫째, 원 식생이 존재하고 있는 지역으로, 특히 지형 및 토양 등이 파괴되지 않은 지역, 둘째, 지역을 대표하는 생태계로서 개발되기 이전의 생태계를 간직하고 있는 지역, 셋째, 최대한 외래종이 없는 지역으로 지역의 대표종이 서식하고 있는 지역이다(국립생태원, 2015). 이렇듯 표준생태계를 선정하기 위해서는 그 지역의 식물상이 필수불가결한 요소로 작용하며, 도서지역은 좁은 면적으로 인해 종다양성이 낮거나 갑작스런 환경변화의 영향을 쉽게 받을 수 있는 지역이기도 하여(Whittaker, 1995) 식물상 조사는 널리 행해지고 있다.

풍란 자생지에서 확인된 관속식물상은 29과 45속 40종 8변종 48분류군으로 조사되었으며, 복원지에서는 26과 42속 43종 5변종 48분류군으로 조사되었다(Table 3). 자생지의 분류체계별 현황은 양치식물이 1과 1속 1종 1분류군, 나자식물이 1과 1속 1종 1분류군, 단자엽식물이 6과 11속 10종 3변종 3분류군, 쌍자엽식물이 21과 32속 40종 8변종 43분류군으로 나타났으며, 복원지는 양치식물이 1과 1속 1종 1분류군, 나자식물이 1과 1속 1종 1분류군, 단자엽식물이 7과 15속 15종 1변종 16분류군, 쌍자엽식물이 17과 25속 43종 5변종 30분류군으로 나타났다(Table 4). 자생지의 관속식물의 구성 비율은 양치식물 2.08%(1분류군), 나자식물 2.08% (1분류군), 단자엽식물 27.08%(13분류군), 쌍자엽식물 68.75%(33분류군)로 나타났으며, 복원지는 양치식물 2.08%(1분류군), 나자식물 2.08%(1분류군), 단자엽식물 33.33%(16분류군), 쌍자엽식물 62.50%(30분류군)로 나타났다. 이는 한국 전체 구성비율(이창복, 2003)인 7.1 : 1.5 : 23.2 : 68.2

와 비교하였을 때 자생지는 나자식물, 단자엽식물, 쌍자엽식물의 비율은 비교적 높았으나 양치식물의 비율은 낮게 나타났으나, 복원지는 나자식물과 단자엽식물의 비율은 높았으나 쌍자엽식물과 양치식물의 비율은 낮았다

Table 3. The flora of vascular plant in habitat and restoration site of *Neofinetia falcata*

Site	Taxa	Fam	Gen.	Sp.	Subsp.	For.	Var.	Total
Habitat	Pteridophyta	1	1	1				1
	Gymnospermae	1	1	1				1
	Angiospermae							
	Monocotyledonea	6	11	10			3	13
	Dicotyledoneae	21	32	28			5	33
	Total	29	45	40			8	48
Restoration	Pteridophyta	1	1	1				1
	Gymnospermae	1	1	1				1
	Angiospermae							
	Monocotyledonea	7	15	15			1	16
	Dicotyledoneae	17	25	26			4	30
	Total	26	42	43			5	48

자생지의 과별 분포현황을 보면 국화과가 4분류군(8.33%), 백합과, 녹나무과, 벼과, 사초과가 3분류군(6.25%), 차나무과, 장미과가 2분류군(4.17%), 콩과, 협죽도과, 꼭두서니과, 천남성과가 2분류군(4.17%) 순으로 나타났으며, 복원지는 국화과와 벼과가 6분류군(12.5%), 백합과 5분류군(10.42%), 석죽과 4분류군(8.33%), 마디풀과, 차나무과, 장미과, 보리수나무과, 꼭두서니과가 2분류군(4.17%) 순으로 나타났다(Table 3). 풍란 자생지와 복원지에서 국화과, 백합과, 벼과의 출현비율이 비교적 높은데, 이는 남해안 해안림(송동옥, 2011)의 연구에서도 동일한 결과가 보고되었다.

종다양성을 나타내는 하나의 방법인 종/속 비율은 자생지가 1.13, 복원지가 1.02로 산출되었는데, 서남해안 도서지역의 1.41(박양규, 2004)에 비해 낮은 값을 나타내었고, 부안·고창 무인도서 0.83-1.24(최영은 등, 2013)의 범위 내에 있는 것으로 확인되었다. 식생의 보전상태를 파악하기 위해 자연의 파괴정도를 나

타내는 지수로 사용되는 양치식물계수(Pte-Q)는 자생지와 복원지가 0.53으로 우리나라 도서지방에서의 0.81-1.33(김인택 등, 2005; 박양규, 2004; 김인규, 2008)보다 낮은 값을 나타냈으며, 남해안 해안림(송독옥, 2011)의 0.2-0.5와 유사값으로 나타나 자연환경 보전이 필요한 지역이라는 것을 알 수 있다.



Table 4. The list of vascular plant in habitat and restoration site of *N. falcata*

Scientific-Korean name	Site	
	Habitat	Restoration
Dryopteridaceae 면마과		
<i>Cyrtomium falcatum</i> 도깨비쇠고비	○	○
Pinaceae 소나무과		
<i>Pinus thunbergii</i> 곰솔	○	○
Moraceae 뽕나무과		
<i>Ficus erecta</i> 천선과나무	○	
Polygonaceae 마디풀과		
<i>Persicaria senticosa</i> 머느리밀씻개	○	○
<i>Rumex crispus</i> 소리쟁이		○
Aizoaceae 번행초과		
<i>Tetragonia tetragonoides</i> 번행초		○
Caryophyllaceae 석죽과		
<i>Dianthus chinensis</i> 패랭이꽃		○
<i>D. longicalyx</i> 술패랭이꽃	○	
<i>Sagina maxima</i> 큰개미자리		○
<i>Silene aprica</i> var. <i>oldhamiana</i> 갯장구채	○	○
<i>Spergularia marina</i> 갯개미자리	○	
Chenopodiaceae 명아주과		
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> 명아주	○	○
Lauraceae 녹나무과		
<i>Cinnamomum japonicum</i> 생달나무	○	
<i>Litsea japonica</i> 까마귀쪽나무	○	
<i>Machilus thunbergii</i> 후박나무	○	
Lardizabalaceae 으름덩굴과		
<i>Stauntonia hexaphylla</i> 멸꿀	○	
Menispermaceae 방기과		
<i>Cocculus trilobus</i> 땡땡이덩굴		○
Theaceae 차나무과		
<i>Camellia japonica</i> 동백나무	○	
<i>Eurya marginata</i> 우묵사스레피	○	
<i>E. japonica</i> 사스레피나무		○
Fumariaceae 현호색과		
<i>Corydalis heterocarpa</i> 염주괴불주머니	○	
Crassulaceae 돌나물과		
<i>Sedum bulbiferum</i> 말뚝비름		○
<i>S. oryzifolium</i> 땅채송화	○	
Pittosporaceae 돈나무과		
<i>Pittosporum tobira</i> 돈나무	○	○
Rosaceae 장미과		
<i>Rhaphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i> 다정큼나무	○	○
<i>Rosa wichuraiana</i> 돌가시나무	○	○

Table 4. Continued

Scientific-Korean name	Site	
	Habitat	Restoration
Leguminosae 콩과		
<i>Kummerowia striata</i> 매듭풀	○	
<i>Pueraria lobata</i> 쑥	○	
Oxalidaceae 팽이밥과		
<i>Oxalis corniculata</i> 팽이밥	○	○
Celastraceae 노박덩굴과		
<i>Euonymus japonicus</i> 사철나무	○	○
Vitaceae 포도과		
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> 개머루	○	
Elaeagnaceae 보리수나무과		
<i>Elaeagnus glabra</i> 보리장나무		○
<i>E. macrophylla</i> 보리밥나무		○
Umbelliferae 산형과		
<i>Glehnia littoralis</i> 갯방풍	○	
Primulaceae 앵초과		
<i>Lysimachia mauritiana</i> 갯까치수염	○	○
Oleaceae 물푸레나무과		
<i>Ligustrum japonicum</i> 광나무	○	○
Apocynaceae 협죽도과		
<i>Trachelospermum asiaticum</i> 마삭줄	○	
<i>T. jasminoides</i> var. <i>pubescens</i> 털마삭줄	○	
Rubiaceae 꼭두서니과		
<i>Hedyotis biflora</i> var. <i>parvifolia</i> 낚시돌풀	○	○
<i>Paederia scandens</i> 계요등	○	○
Caprifoliaceae 인동과		
<i>Lonicera japonica</i> 인동덩굴		○
Compositae 국화과		
<i>Artemisia capillaris</i> 사철쭉		○
<i>A. keiskeana</i> 맑은대쭉	○	
<i>A. princeps</i> 쭉		○
<i>Aster sphathulifolius</i> 해국	○	○
<i>A. subulatus</i> 비짜루국화		○
<i>Crepidiastrum lanceolatum</i> 갯고들빼기	○	○
<i>Farfugium japonicum</i> 털머위	○	○
Liliaceae 백합과		
<i>Allium thunbergii</i> 산부추		○
<i>Asparagus schoberioides</i> 비짜루	○	○
<i>Hemerocallis fulva</i> 원추리	○	○
<i>Lilium lancifolium</i> 참나리	○	○
<i>Scilla scilloides</i> 무릇		○

Table 4. Continued

Scientific-Korean name	Site	
	Habitat	Restoration
Dioscoreaceae 마과		
<i>Dioscorea japonica</i> 참마		○
<i>D. nipponica</i> 부채마	○	
Iridaceae 붓꽃과		
<i>Belamcanda chinensis</i> 범부채	○	
Gramineae 벼과		
<i>Arundinella hirta</i> 새		○
<i>Digitaria ciliaris</i> 바랭이		○
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i> 억새	○	
<i>Phragmites communis</i> 갈대		○
<i>Setaria faberii</i> 가을강아지풀		○
<i>S. viridis</i> 강아지풀		○
<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i> 솔새	○	
<i>Zoysia macrostachya</i> 왕잔디	○	
Araceae 천남성과		
<i>Arisaema ringens</i> 큰천남성	○	
<i>Pinellia tripartita</i> 대반하	○	
Typhaceae 부들과		
<i>Typha orientalis</i> 부들		○
Cyperaceae 사초과		
<i>Carex boottiana</i> 밀사초	○	○
<i>C. humilis</i> var. <i>nana</i> 가는잎그늘사초	○	
<i>C. laticeps</i> 갯보리사초	○	
Orchidaceae 난초과		
<i>Dendrobium moniliform</i> 석곡	○	
<i>Neofinetia falcata</i> 풍란	○	○

2) 희귀식물

자생지와 복원지에서의 희귀식물은 5분류군이 확인되었다(Table 5). 등급별로 구분해 보면 멸종위기종(CR)은 석곡, 풍란 등 2분류군, 취약종(VU)은 범부채 등 1분류군, 약관심종(LC)은 갯방풍, 뉘시돌풀 등 2분류군이 확인되었다. 생태적으로 중요하지만 자생능력이 비교적 낮은 희귀식물에 대한 정량적 분석을 위해 희귀율(S.I)을 산출하였다. 자생지의 희귀율은 10.4%로 나타났으며, 복원지의 희귀율은 4.2%로 나타났다. 특히, 본 조사지에서 확인된 석곡, 풍란 등 멸종위기 야생식물은 군집크기가 작고 분포 가능한 지리적 범위가 협소하여 경쟁력이 약하고 유전적 다양성에 대한 손실에 민감하기 때문에 유전적 다양성 및 환경조사가 필요한 종으로 평가되고 있어(Walck et al., 1999; Huang et al., 2008), 멸종위기 야생식물을 대상으로 생육상황과 함께 주변 환경에 대한 지속적인 조사가 필요할 것으로 사료된다. 또한, 최근에는 기능성 식물을 선호하는 추세에 따라 갯방풍의 자연채취가 점차 심해지면서 자생지의 개체수가 급감하고 있어(허진우, 2009), 이에 대한 보전과 관리를 위해 기초 정보가 제공되어야 할 것이다.

Table 5. The list of Korean endemic plant in habitat and restoration site of *N. falcata*

Family-Scientific name	Korean name	Degree	Site	
			Habitat	Restoration
Umbelliferae	산형과			
<i>Glehnia littoralis</i>	갯방풍	Least Concerned(LC)	○	
Rubiaceae	꼭두서니과			
<i>Hedyotis biflora</i> var. <i>parvifolia</i>	뉘시돌풀	Least Concerned(LC)	○	○
Iridaceae	붓꽃과			
<i>Belamcanda chinensis</i>	범부채	Vulnerable(VU)	○	
Orchidaceae	난초과			
<i>Dendrobium moniliform</i>	석곡	Critically Endangered(CR)	○	
<i>Neofinetia falcata</i>	풍란	Critically Endangered(CR)	○	○

3) 귀화식물

귀화식물은 본래의 생물계에 외국으로부터 국내에 새로 옮겨온 생물이 적응하여 안정된 상태를 유지할 수 있는 단계에 이른 것으로 주로 평탄하면서 인간 간섭이 많아 자연성이 낮은 도시내부, 도로변, 하천변, 황무지, 임도주변에서 주로 발견된다. 본 조사지의 인간의 간섭 정도나 자연성을 파악하기 위해 귀화율(Naturalized index; NI)과 도시화지수(Urbanization index; UI)을 산출하였다.

자생지에서 귀화식물이 확인되지 않았으며, 복원지에서는 소리쟁이, 비짜루국화 등 2분류군이 확인되었다(Table 6). 복원지의 귀화율은 4.2%, 도시화지수는 0.6%로 산림의 5.0%(최두섭, 2015)보다 낮은 값을 나타내었으며, 남해군의 해안림 3.70%(송동욱, 2011)보다 높은 값을 나타냈었다. 하지만 유인도인 지심도의 6.0%(하송 등, 2013)보다 낮게 나타나 인위적인 간섭과 교란이 적게 일어나 자연생태계가 안정된 것으로 나타나고 있다.

본 조사지에 출현한 귀화식물의 귀화도는 3급이 비짜루국화 1분류군, 5급이 소리쟁이 1분류군이었으며, 귀화시기는 2기가 1분류군, 3기가 1분류군으로 나타났다. 귀화도가 4등급 이상이면서 귀화시기가 3기 이상인 분류군은 전국적으로 그 분포가 확산되고 있으므로 지속적인 모니터링이 필요한 종인데(이유미 등, 2011) 본 연구에서는 나타나지 않았다.

Table 6. The list of naturalized plant in habitat and restoration site of *N. falcata*

Family-Scientific name	Korean name	ND*	Int.P.**	Site	
				Habitat	Restoration
Polygonaceae	마디풀과				
<i>Rumex crispus</i>	소리쟁이	5	2		○
Compositae	국화과				
<i>Aster subulatus</i>	비짜루국화	3	3		○

*N.D.: Naturalized degree

**Int.P.: Introduced period(1: 1876-1921, 2: 1922-1963, 3: 1964-recent)

4) 식물구계학적 특정식물

식물구계학적 특정식물이란 우리나라의 자연생태계를 합리적으로 이해하려는 데 중요한 의미를 가지고 있으며 멸종위기 및 보호식물의 선정 관리를 위하고 중요한 식물 유전자원을 조사, 관리하는데 도움이 되며, 환경부에서 그 분포지역의 범위에 따라 식물구계학적 특정식물 5등급으로 분류 선정하였다(환경부, 2012). V등급은 극히 일부 지역에만 고립하여 분포하거나 불연속으로 분포하는 특성을 가지는 분류군이다. 총 256개 분류군으로 너도양지꽃, 암매(돌매화나무), 한란, 삼백초, 개가시나무, 파초일엽, 물고사리, 순채, 매화마름, 개느삼, 진노랑상사화, 섬개야광나무, 섬시호, 작은황새풀, 무등풀, 바위솜나물, 문주란, 구름떡쑥 등이 있다. IV등급은 한 아구에만 분포하는 분류군이다. 총 384분류군으로 나도양지꽃, 회리바람꽃, 금강초롱꽃, 도깨비부채, 섬오갈피나무, 밤일엽, 떡조팝나무, 매미꽃, 날개현호색, 꽃핑의다리, 털긴잎모시풀, 우산물통이, 왕느릅나무, 바늘명아주, 끈끈이주걱 등이 있다. III등급은 총 2개의 아구에 분포하는 분류군이다. 총 316분류군으로 비비추난초, 꽃창포, 연영초, 두루미꽃, 물옥잠, 갯쇠돌피, 쥐방울사초, 앓은부채, 산오이풀, 털머위, 아왜나무, 개박달나무, 털피불나무, 자주꽃방망이, 백리향, 구상나무 등이 있다. II등급은 모든 식물 아구에 분포하지만, 1,000m 이상의 산지에 나타나는 특성을 갖고 있어 일반적으로 백두대간을 중심으로 분포한다. 총 135분류군으로 다람쥐꼬리, 속새, 동의나물, 조록나무, 고려엉겅퀴, 백작약, 큰앵초, 눈개승마, 흰대극, 황벽나무, 당개지치, 큰참나물, 지리대사초, 손바닥난초 등이 있다. I등급은 3개의 아구에 걸쳐 분포하는 분류군이다. 총 167분류군으로 봉의꼬리, 관중, 쥐방울덩굴, 투구꽃, 피나물, 시무나무, 나도물통이, 붉가시나무, 번행초, 노란장대, 갯까치수영, 세잎핑의비름, 야광나무, 섬꽃마리, 올피불나무, 일월비비추 등이 있다(김철환, 2000).

자생지의 식물구계학적 특정식물은 17과 24속 120종 4변종 24분류군이 확인되되었으며, 복원지는 12과 14속 13종 3변종 16분류군이 확인되었다(Table 7). 자생지의 등급별 분포현황을 보면 V급은 석곡, 풍란 2분류군, IV등급은 갯고들빼기, 대반하 2분류군, III등급은 생달나무, 갯방풍, 남시돌풀, 털머위, 갯보리사초 등 5분류군, II등급은 멀꿀, 우묵사스레피, 다정큼나무, 털마삭줄 등 4분류군, I등급은 갯장구채, 까마귀쪽나무, 후박나무, 동백나무, 돈나무, 사철나무, 갯까치수

염, 광나무, 해국, 큰천남성 등 11분류군이 출현하여 총 24분류군이 나타났다. 복원지에서는 V등급은 풍란 1분류군이 출현하였고, IV등급은 갯고들빼기 1분류군, III등급은 보리장나무, 낚시돌풀, 털머위 등 3분류군, II등급은 우묵사스레피, 다정큼나무 등 2분류군, I 등급은 번행초, 갯장구채, 사스레피나무, 돈나무, 사철나무, 보리밥나무, 갯까치수염, 광나무, 해국 등 9분류군이 출현하여 총 16분류군이 나타났다. 자생지의 특이율(SI)은 50.0%로 나타났으며, 복원지는 33.4%로 나타나 산림 9.8~24.6%(최두섭, 2015), 해안림 32%(신학섭 등, 2015)보다 높게 나타났다. 또한 식물구계학적 특정식물 중 특이성이 높고 분포지에 대한 상세한 조사가 필요하다고 알려진 III, IV, V 등급의 식물은 자생지에서는 9분류군, 복원지에서는 5분류군이 나타났으며 이는 본 조사에서 확인된 식물구계학적 특정식물의 37.5%(자생지)와 31.3%(복원지)에 육박하여 보호 그리고 서식처 보전에서의 우선순위로 정해져야 할 것으로 사료된다.

Table 7. The list of floristic regional indicator plants in habitat and restoration site of *N. falcata*

Family name	Scientific-Korean name	Degree	Site	
			Habitat	Restoration
Orchidaceae	<i>Dendrobium moniliforme</i> 석곡	V	○	
	<i>Neofinetia falcata</i> 풍란		○	○
Compositae	<i>Crepidiastrum lanceolatum</i> 갯고들빼기	IV	○	○
Araceae	<i>Pinellia tripartita</i> 대반하		○	
Lauraceae	<i>Cinnamomum japonicum</i> 생달나무	III	○	
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus glabra</i> 보리장나무			○
Umbelliferae	<i>Glehnia littoralis</i> 갯방풍		○	
Rubiaceae	<i>Hedyotis biflora</i> var. <i>parvifolia</i> 님시돌풀		○	○
Compositae	<i>Farfugium japonicum</i> 털머위		○	○
Cyperaceae	<i>Carex laticeps</i> 갯보리사초		○	
Lardizabalaceae	<i>Stauntonia hexaphylla</i> 멀꿀		○	
Theaceae	<i>Eurya emarginata</i> 우목사스레피	II	○	○
Rosaceae	<i>Raphiolepis indica</i> var. <i>umbellata</i> 다정큼나무		○	
Apocynaceae	<i>Trachelospermum jasminoides</i> var. <i>pubescens</i> 달작죽		○	
Moraceae	<i>Ficus erecta</i> 천선과나무	I	○	
Aizoaceae	<i>Tetragonia tetragonoides</i> 변행초			○
Caryophyllaceae	<i>Silene aprica</i> var. <i>oldhamiana</i> 갯장구채		○	○
Lauraceae	<i>Litsea japonica</i> 까마귀쪽나무		○	
	<i>Machilus thunbergii</i> 후박나무		○	
Theaceae	<i>Camellia japonica</i> 동백나무		○	
	<i>Eurya japonica</i> 사스레피나무			○
Pittosporaceae	<i>Pittosporum tobira</i> 돈나무		○	○
Celastraceae	<i>Euonymus japonicus</i> 사철나무		○	○
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus macrophylla</i> 보리밥나무			○
Primulaceae	<i>Lysimachia mauritiana</i> 갯까치수염		○	○
Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i> 광나무		○	
Compositae	<i>Aster sphathulifolius</i> 해국		○	○
Araceae	<i>Arisaema ringens</i> 큰천남성		○	

2. 풍란 원종확보 및 생장배지 구명

Table 8은 2012년 9월 기내배양실에서 치상하여 종자발아 후 1년이 경과한 개체의 4개 배지별 처리결과이다. 식물체 폭의 경우 LMWP, MS, Hyponex, MS+ Charcoal 순이었으며 LMWP 배지의 경우 평균 4 cm 이상 성장하였다. 식물체 잎의 개수는 LMWP 배지의 경우 평균 7.2개, MS 5.3개, Hyponex 4.2개, MS+ Charcoal 3.8개 순이었으며, 초장은 LMWP 배지의 경우 평균 2.4 cm, MS 0.6 cm, Hyponex 0.4 cm, MS+ Charcoal 0.4 cm로 나타났다. 근권부 생장의 지표인 뿌리 개수의 경우 LMWP 배지는 평균 7.5개, Hyponex 3.9개, MS 3.8개, MS+ Charcoal 2.7개로 나타났다.

Table 8. Growth characteristic on various culture medium of *N. falcata*

Culture medium	Plant width (mm)	No. of leaves (ea)	Leaf length (mm)	No. of root (ea)
MS	1.2±0.5*	5.3±0.9	0.6±0.3	3.8±1.1
MS+ Charcoal	0.6±0.3	3.8±0.8	0.4±0.2	2.7±0.7
Hyponex	0.7±0.2	4.2±0.8	0.4±0.1	3.9±0.7
LMWP	4.1±1.3	7.2±0.9	2.4±0.8	7.5±2.0

*Mean±SD

목본류 증식에 주로 사용되는 LMWP를 제외한 나머지 배지의 경우 근권부 주변에 내분비 물질이 뚜렷하게 확인되었고 이로 인해 1년 이상 계대배양하지 않은 경우 대체적으로 사멸하였다. 내분비 물질의 제거를 위해 MS 기본배지와 MS 기본배지에 Charcoal을 1 g/L 첨가한 배지를 비교 분석한 결과, Charcoal을 첨가한 배지에서 집적 현상은 뚜렷하게 감소하였으나 다른 배지와 마찬가지로 사멸하였다. 풍란 종자발아에 효과적이며 기내배양에 많이 사용되는 Hyponex 기본배지의 경우에도 MS 배지와 마찬가지로 내분비 물질 집적이 일어나며 개체가 사멸하였다. 조직배양 업체의 경우 Hyponex 배지에 자연물을 추가하여 배양하고 있으나 생장 배지로는 LMWP를 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

3. 복원 후 생육 모니터링

1) 복원 개체의 생육 모니터링

Table 9는 풍란 270개체를 이식복원 후 100일 경과(1차), 1년경과(2차), 2년 경과(3차), 3년경과(4차) 후 생육현황을 조사한 결과이다. 1차 모니터링 생존율은 93.3%로 높은 생존율이 나타났으며, 고사율과 소실율이 각각 3.3%로 나타났다. 2차 모니터링 생존율은 80.0%, 고사율과 소실율은 각각 3.0%와 17.0%로서 1차 모니터링에 비해 생존율이 떨어진 것을 확인할 수 있었다. 이는 여름철 우기 이후 건조 스트레스와 해풍에 적응하지 못한 개체들이 고사한 것으로 판단되며, 1차 모니터링에서 고사되었던 1개체가 2차 모니터링에서 확인되어 고사율은 0.3% 감소하였다. 3차 모니터링 생존율은 62.0%로 높은 생존율이 나타났으며, 고사율과 소실율은 각각 8.0%와 29.0%로 나타났다. 4차 모니터링 생존율은 27.0%, 고사율과 소실율은 각각 24.0%와 48.0%로서 3차 모니터링에 비해 생존율이 떨어진 것을 확인할 수 있었다. 2018년 1월에 월평균기온이 2.9℃로 가장 낮게 나타났고, 2018년 8월에 27.3℃로 가장 높게 나타난 기상청 자료로 미루어 보아 겨울철 저온 스트레스와 여름철 우기 이후의 건조와 해풍 스트레스에 적응하지 못한 개체들이 고사한 것으로 사료된다. 또한, 2018년 6월 제7호 태풍 뽀라삐룬(PRAPIROON)에 의한 바닷물 유입으로 인한 소실로 사료되며 향후 도서 지역 복원 사업 추진 시에는 태풍에 의한 파도의 높이를 고려하여 식재해야 할 것으로 사료된다.

Table 9. Survival characteristic of *N. falcata* by monitoring time

Division		No. of survival plants(%)	No. of death plants(%)	No. of loss plants(%)
270 individuals	1 st monitoring	252(93.4)	9(3.3)	9(3.3)
	2 nd monitoring	216(80.0)	8(3.0)	46(17.0)
	3 rd monitoring	168(62.0)	22(8.0)	78(29.0)
	4 th monitoring	74(27.0)	66(24.0)	129(48.0)

마다가스카르에서 위협받는 난초개체군 증가를 위한 재도입과 보전을 위해 진행되었던 프로젝트에서는 1년 후 *Aerangis* species는 평균 75.9%, *Aeranthus* species는 평균 63.8%, *Calanthe* species는 평균 80.0%, *Bulbophyllum* species는 평균 15.7%, *Cryptopus* species는 100%로 종별 생존율이 다르다고 보고되었다(Margaret, 2010). 본 연구에서는 복원 후 1년 후인 2차 모니터링에서 *Neofinetia* species에 대해 80.0%로 비교적 높은 생존율을 확인하였다. 난과 식물은 생육특성 상 토양에 뿌리를 내리고 자라는 지생란(terrestrial orchid) (춘란, 한란, 금난초, 은난초)과 수목 또는 암석에 착생하는 착생란(epiphytic orchid)으로 구분한다(홍순형과 허만규, 1995). 착생란은 나무에 붙어 자라지만 기생하는 것이 아니라 지지할 장소만 얻을 뿐 양분은 광합성에 의해 스스로 조달하는 독립영양체인 반면, 지생란 중 땅속에 사는 지중란(地中蘭)은 양분을 광합성을 통해 얻는 것이 아니라 땅속의 미생물과 공생하면서 미생물이 분해한 유기성분을 흡수하기 때문에 기생식물로 분류하기도 한다(윤경은, 2011). 마다가스카르 프로젝트의 *Calanthe* species는 우리나라에서 ‘새우난’이라 불리는 복경성 지생란으로 본 연구의 착생란인 *Neofinetia* species 보다 양분이나 수분의 공급이 원활하지만 1년 후 생존율은 상대적으로 높지 않는 것으로 보고하고 있다.

2) 부착 방법별 생존현황

Table 10은 풍란의 부착 방법별 생존 개체현황이다. 1차 모니터링에서 수태에 부착한 개체의 생존율은 95.1%, 나무에 부착한 개체의 생존율은 94.4%, 돌에 부착한 개체의 생존율은 90.0%이었고, 고사율은 돌에 부착한 개체와 나무에 부착한 개체가 5.6%, 수태에 부착한 개체는 1.4%로 가장 낮았다. 이러한 결과는 박재욱(2001)의 부착소재별 소엽풍란의 생육특성 연구에서 향나무에 부착한 소엽풍란의 성장량이 높은 것과 같이 본 연구에서도 나무에 부착한 방법이 풍란의 생육과 생존에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다.

2차 모니터링에서 돌에 부착한 개체의 생존율은 84.4%, 수태에 부착한 개체 80.5%, 나무에 부착한 개체 66.7% 순으로 나타났다. 1차 모니터링 때 수태에 부착한 개체의 생존율이 가장 높게 나타났으나 2차 모니터링에서는 돌에 부착한 개체의 생존율이 가장 높게 나타났다. 3차 모니터링에서 돌에 부착한 개체의 생존율은 65.5%, 수태에 부착한 개체 63.2%, 나무에 부착한 개체 52.8% 순으로 나타나 2차 모니터링과 유사한 경향을 나타내었다.

반면, 4차 모니터링에서 생존율은 수태에 부착한 개체가 35.4%, 돌에 부착한 개체 22.2%, 나무에 부착한 개체 8.3%순으로 나타났으며 3차 모니터링에 비해 돌에 부착한 개체의 소실율이 높은 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 2018년 6월 제6호 태풍 개미(GAEMI)의 영향으로 거제지역 최고 최대 파고가 4.3 m, 제7호 태풍 뿌라삐룬(PRAPIROON)으로 7.3 m에 육박하여 바닷물 유입에 의해 소실된 것으로 보이며, 수태부착의 생존율이 비교적 높은 것은 복원 후 3년이 지나 풍란이 바위에 활착되어 광합성에 의해 스스로 양분을 조달하였기 때문으로 사료된다.

Table 10. Survival characteristic of *N. falcata* by method of attachment

Division		Attach to stone(%)	Attach to moss(%)	Attach to tree(%)
1 st monitoring	Total individual	90(100)	144(100)	36(100)
	Survival	81(90.0)	137(95.1)	34(94.4)
	Death	5(5.6)	2(1.4)	1(2.8)
	Loss	4(4.4)	5(3.5)	1(2.8)
2 nd monitoring	Total individual	90(100)	144(100)	36(100)
	Survival	76(84.4)	116(80.5)	24(66.7)
	Death	11(12.2)	23(16.0)	0(0)
	Loss	3(3.3)	5(3.5)	12(33.3)
3 rd monitoring	Total individual	90(100)	144(100)	36(100)
	Survival	59(65.5)	91(63.2)	19(52.8)
	Death	4(4.4)	19(13.2)	0(0)
	Loss	27(30.0)	34(23.6)	17(47.2)
4 th monitoring	Total individual	90(100)	144(100)	36(100)
	Survival	20(22.2)	51(35.4)	3(8.3)
	Death	14(15.5)	46(31.9)	6(16.6)
	Loss	56(62.2)	47(32.6)	27(75.0)

3) 부착 개체수별 생존현황

Table 11은 부착 개체수별 생존현황이다. 1차 모니터링에서 2개체 부착생존율이 98.9%로 가장 높았고, 1개체 생존율 93.3%, 3개체 생존율 89.6%순으로 나타났다. 고사율은 3개체에서 6.7%로, 소실율은 3개체에서 3.7%로 가장 높게 나타났다. 1차 모니터링에서 비교적 생존율이 높게 나타난 것은 Margaret(2010)이 식물의 크기가 작을 때 지나친 탈수현상을 피하기 위해 장마가 시작될 때의 난초의 재도입은 대부분 성공적이라고 보고한 바와 같이 풍란 복원이 장마가 시작되기 전에 실시되었기 때문으로 사료된다.

2차 모니터링에서 1개체와 2개체 생존율 82.2%로 동일하게 나타났으며, 3개체 생존율 77.8%로 나타났다. 3차 모니터링에서 1개체 부착생존율이 71.1%로 가장 높았고, 2개체 생존율 63.3%, 3개체 생존율 59.3%순으로 나타났다. 고사율은 3개체에서 11.8%, 1개체에서 11.1%로 조사되었고, 소실율은 2개체에서 34.4%로 가장 높게 나타났다. 부착 개체수별 1, 2, 3차 모니터링 결과, 개체수가 많을수록 고사율이 높아지는 것으로 나타났다. 송천영 등(2016)은 수태의 중량이 많을수록 생존율이 낮았다고 보고한 바 있는데, 본 연구에서도 1, 2개체를 부

착한 것보다 수태의 중량이 비교적 높은 3개체를 부착한 것의 생존율이 낮게 확인되었다. 또한, 윤경은(2011)은 풍란과 같은 착생란을 재배할 때는 배수가 잘 되는 토양을 선택해 과습하지 않도록 주의해야 한다고 보고하였으며, 본 연구에서는 풍란 부착 개체수가 많을수록 수태량이 증가하게 되고 이로 인한 과습으로 고사율이 높아진 것으로 추정된다.

4차 모니터링에서 1개체 생존율이 28.9, 2개체 생존율 27.8%, 3개체 생존율이 26.6% 순으로 나타났다. 부착 개체수별 생존율이 비교적 낮은 것으로 나타났는데 2018년 1월에 월평균기온이 2.9℃로 가장 낮게 나타났고, 2018년 8월에 27.3℃로 가장 높게 나타난 기상청 자료로 미루어보아 겨울철 저온 스트레스와 여름철 우기 이후의 건조와 해풍에 적응하지 못한 개체들이 고사에 이른 것으로 추정된다. 또한, 2018년 6월 제6호 태풍 개미(GAEMI)로 거제지역 최고 최대 파고가 4.3 m, 제7호 태풍 뿌라삐룬(PRAPIROON)으로 7.3 m에 육박하여 바닷물 유입에 의해 소실된 것으로 사료된다. 향후 도서지역 복원 사업 추진 시에는 광, 바람 등 미기후 인자에 의한 건조의 영향이 적으면서 태풍에 의한 해수의 유입이 없는 지역에 식재해야 할 필요가 있다.

Table 11. Survival characteristic of *N. falcata* by number of attachment

Division		No. of survival plants(%)		
		1 individual(%)	2 individual(%)	3 individual(%)
1 st monitoring	Total individual	45(100)	90(100)	135(100)
	Survival	42(93.3)	89(98.9)	121(89.6)
	Death	3(6.7)	1(1.1)	5(3.7)
	Loss	0(0.00)	0(0.0)	9(6.7)
2 nd monitoring	Total individual	45(100)	90(100)	135(100)
	Survival	37(82.2)	74(82.2)	105(77.8)
	Death	3(6.7)	1(1.1)	4(3.0)
	Loss	5(11.1)	15(16.7)	26(19.3)
3 rd monitoring	Total individual	45(100)	90(100)	135(100)
	Survival	32(71.1)	57(63.3)	80(59.3)
	Death	5(11.1)	2(2.2)	16(11.8)
	Loss	8(17.7)	31(34.4)	39(28.9)
4 th monitoring	Total individual	45(100)	90(100)	135(100)
	Survival	13(28.9)	25(27.8)	36(26.6)
	Death	10(22.2)	25(27.8)	31(22.9)
	Loss	22(48.9)	40(44.4)	68(50.4)

4. 시간경과에 따른 생장량

1) 전체 생장량

풍란의 생육 모니터링은 복원 전, 1차, 2차, 3차, 4차 모니터링 등 총 5회 실시하였으며, 조사항목별 생장현황을 분석한 결과는 Table 12와 같다. 복원 전과 1차 모니터링을 비교한 결과, 식물체 폭에서 45.8~51.1 mm로 가장 큰 차이를 보였고 다른 조사항목에서는 큰 차이가 없었다. 1차 모니터링과 2차 모니터링을 비교한 결과, 식물체 폭은 51.1~53.0 mm로 나타났고, 식물체 높이는 25.6~28.0 mm 범위에 있었고, 잎 수, 잎 폭, 잎 길이, 측수 순으로 생장량의 차이를 나타내었다. 이는 1차 모니터링이 복원 100일 후에 이루어져 2차 모니터링에 비해 상대적으로 생육기간이 짧았기 때문인 것으로 사료된다. 생장조사 항목 중 잎 폭을 제외한 모든 항목에서 꾸준한 생장이 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 1차, 2차 모니터링을 통해 현지 적응 과정을 확인할 수 있었으며 3, 4차 모니터링을 통해 안정화 단계에 돌입한 것으로 판단할 수 있었다. 4차 모니터링 결과, 복원 전 모니터링보다 측수는 190%, 식물체 길이는 134%, 식물체 폭은 121%, 잎 수는 126%, 잎 길이는 114%로 증가한 반면, 잎 폭은 18% 감소한 것으로 나타났다(Fig. 7~12).

Table 12. Growth characteristic of *N. falcata* by monitoring time

Division	No. of shoot/plant(ea)	Plant length (mm)	Plant width (mm)	No. of leaves (ea)	Leaf width (mm)	Leaf length (mm)
Pre-monitoring	1.0±0.3*	24.1±6.3	45.8±7.9	6.3±1.1	4.4±1.0	27.0±4.8
1 st monitoring	1.1±0.5	25.6±6.7	51.1±10.3	6.3±1.8	5.2±1.3	29.4±5.7
2 nd monitoring	1.3±0.8	28.0±12.4	53.0±23.2	6.9±3.4	5.8±2.4	29.9±12.9
3 rd monitoring	1.6±0.8	28.2±9.1	55.6±12.2	6.3±2.7	2.7±1.5	30.8±6.6
4 th monitoring	1.9±0.9	32.4±9.9	55.6±14.2	8.0±4.1	3.6±1.0	31.0±8.4

*Mean±SD

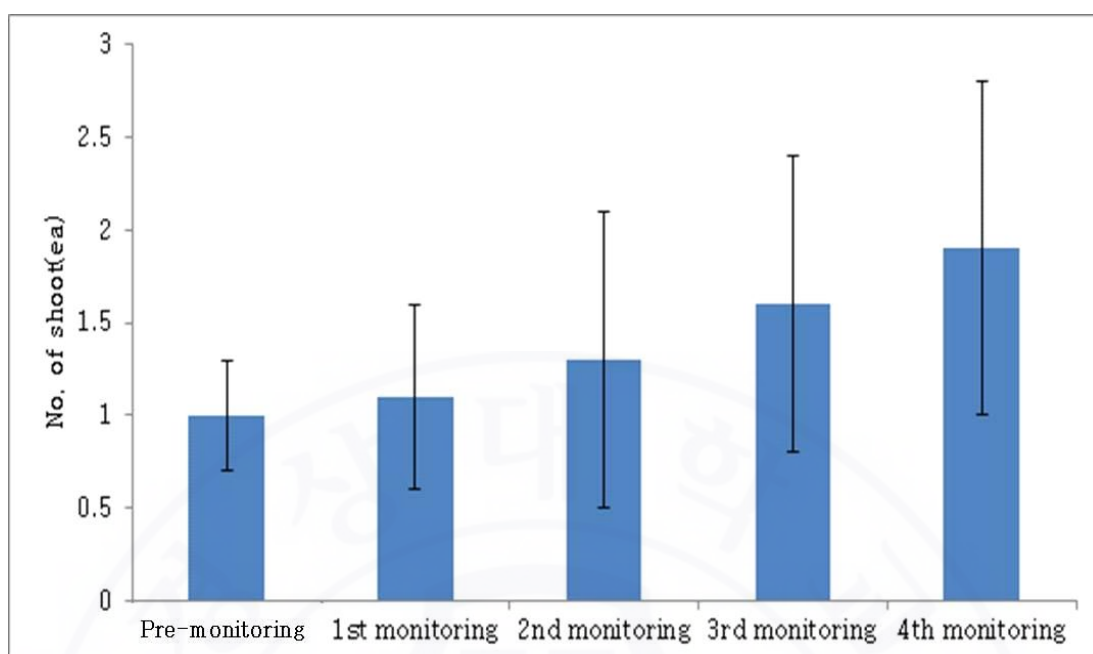


Fig. 7. Shoot number by monitoring time of *N. falcata*.

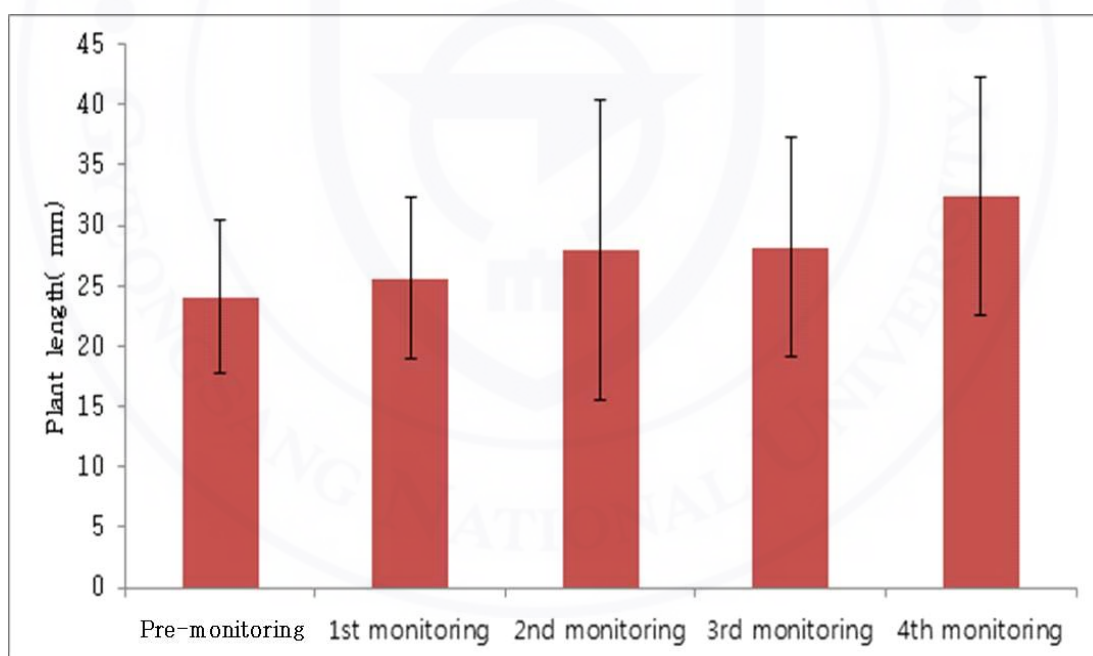


Fig. 8. Plant length by monitoring time of *N. falcata*.

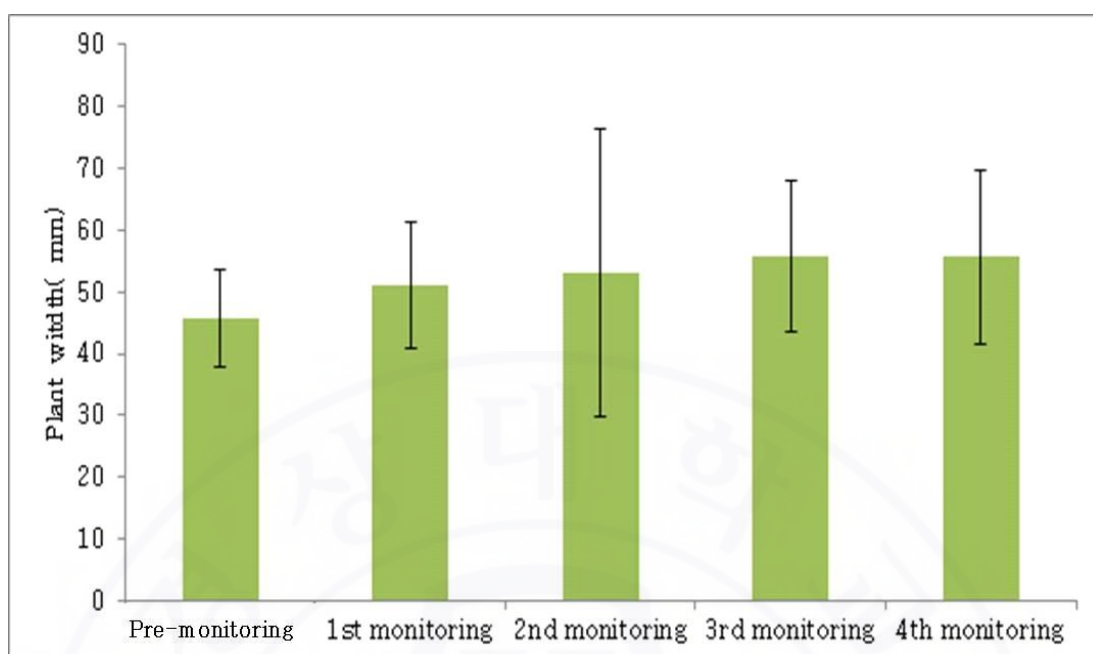


Fig. 9. Plant width by monitoring time of *N. falcata*.

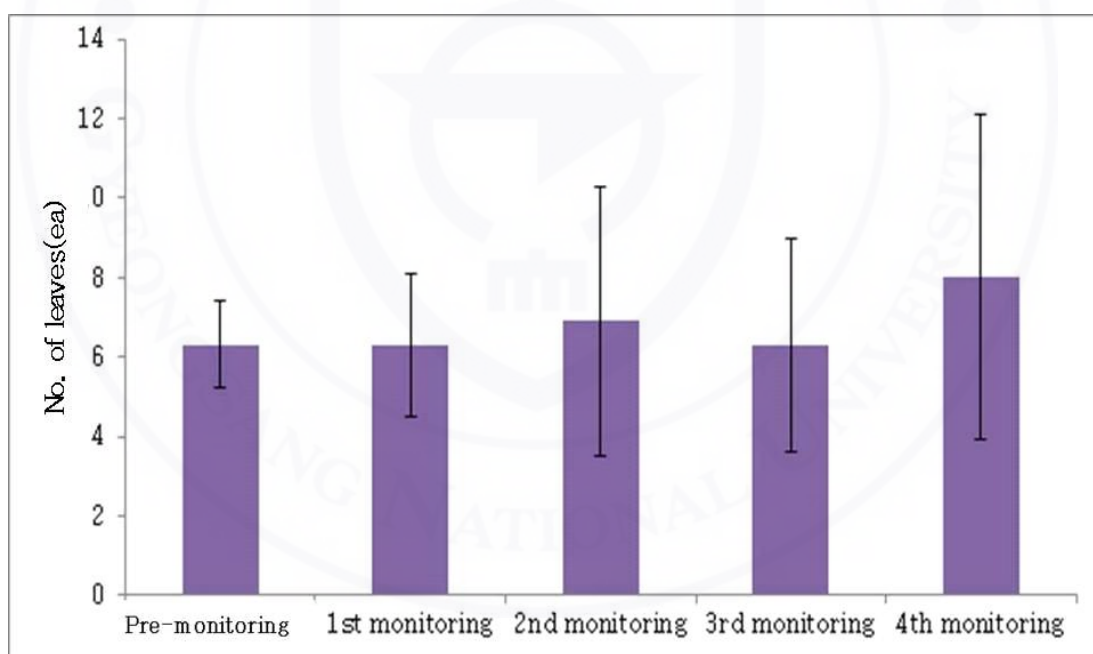


Fig. 10. Leaf number by monitoring time of *N. falcata*.

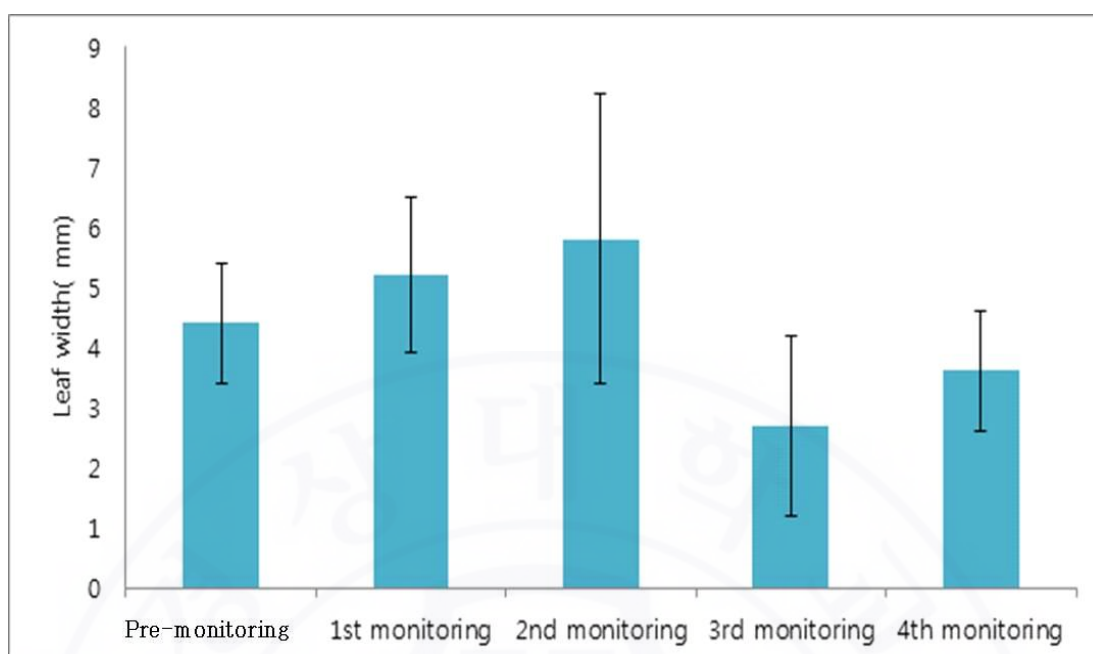


Fig. 11. Leaf width by monitoring time of *N. falcata*.

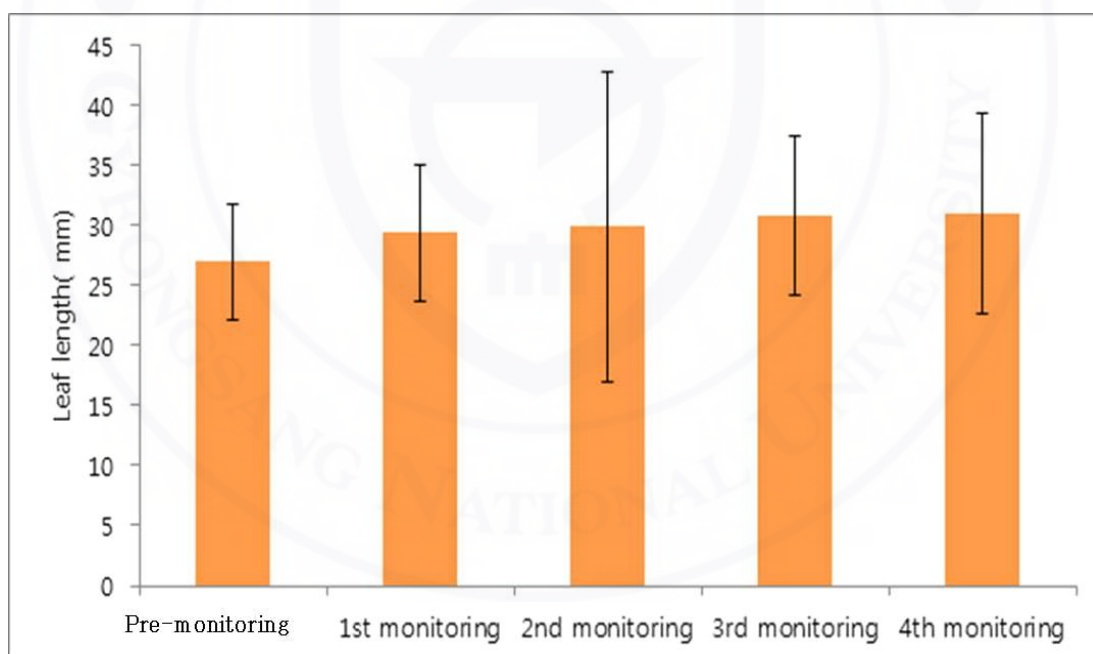


Fig. 12. Leaf length by monitoring time of *N. falcata*.

2) 부착 방법별 생장량

부착 방법별 풍란 측수의 증가량을 분석한 결과(Fig. 13), 1차 모니터링부터 3차 모니터링까지 수태에 부착한 개체의 측수 증가량이 가장 컸으며, 3차 모니터링부터 돌에 부착한 개체와 수태에 부착한 개체의 증가량은 크지 않았다. 반면, 나무에 부착한 개체의 경우 3차 모니터링 때 측수가 1.3측으로 조사되었는데 4차 모니터링에서는 2.3측으로 한측이 늘어난 것으로 나타났다. 복원 전 모니터링과 4차 모니터링 간의 증가량을 비교해 보면, 돌에 부착한 개체가 1.1에서 1.7, 수태에 부착한 개체가 1.1에서 2.0, 나무에 부착한 개체가 1.0측에서 2.3측으로 각각 나타났다. 분석 결과 나무>수태>돌에 부착한 개체 순으로 증가차이를 나타내어 나무에 부착하는 방법이 측수의 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

부착 방법별 식물체 높이의 생장량을 분석한 결과(Fig. 14), 복원 전 모니터링에서 4차 모니터링까지 수태에 부착한 개체는 식물체 높이가 꾸준히 늘어난 반면, 돌에 부착한 개체와 나무에 부착한 개체는 감소하거나 증가하였다. 복원 전 모니터링과 4차 모니터링 결과를 비교해 보면, 돌에 부착한 개체가 27.1 mm에서 29.7 mm, 수태에 부착한 개체가 24.7 mm에서 33.6 mm, 나무에 부착한 개체가 21.9 mm에서 43.2 mm로 증가한 것으로 나타났다. 분석 결과 나무>수태>돌에 부착한 개체 순으로 생장차이를 나타내어 나무에 부착하는 방법이 풍란의 식물체 높이의 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

부착 방법별 식물체 폭과 잎 수의 증가량은 모니터링 차수별로 크게 증가하지 않은 것으로 나타났다(Fig. 15, 16). 잎의 붙음새를 잘 보면 가로로 한 줄의 선이 달리고 있으며 잎은 오래되면 이 선을 경계로 살며시 말라 떨어져 나간다는 특징을 감안할 때(강법선, 2001), 이러한 결과는 잎이 떨어져 나가 식물체 폭과 잎 수의 증가가 확연하게 드러나지 않았기 때문인 것으로 판단된다.

부착 방법별 잎 폭의 생장량을 분석한 결과(Fig. 17), 잎 폭은 복원 전 모니터링부터 2차 모니터링까지 늘어나다가 2차 모니터링을 기점으로 3차 모니터링까지 줄어들다가 4차 모니터링에서 약간 늘어난 것으로 조사되었다.

부착 방법별 잎 길이의 생장량을 분석한 결과(Fig. 18), 복원 전 모니터링부터 2차 모니터링까지 부착 방법과 무관하게 잎 길이가 늘어났으며, 이후 수태와 돌

에 부착한 개체는 크게 늘어나지 않았지만 나무에 부착한 개체의 잎 길이는 꾸준히 늘어난 것으로 나타났다.



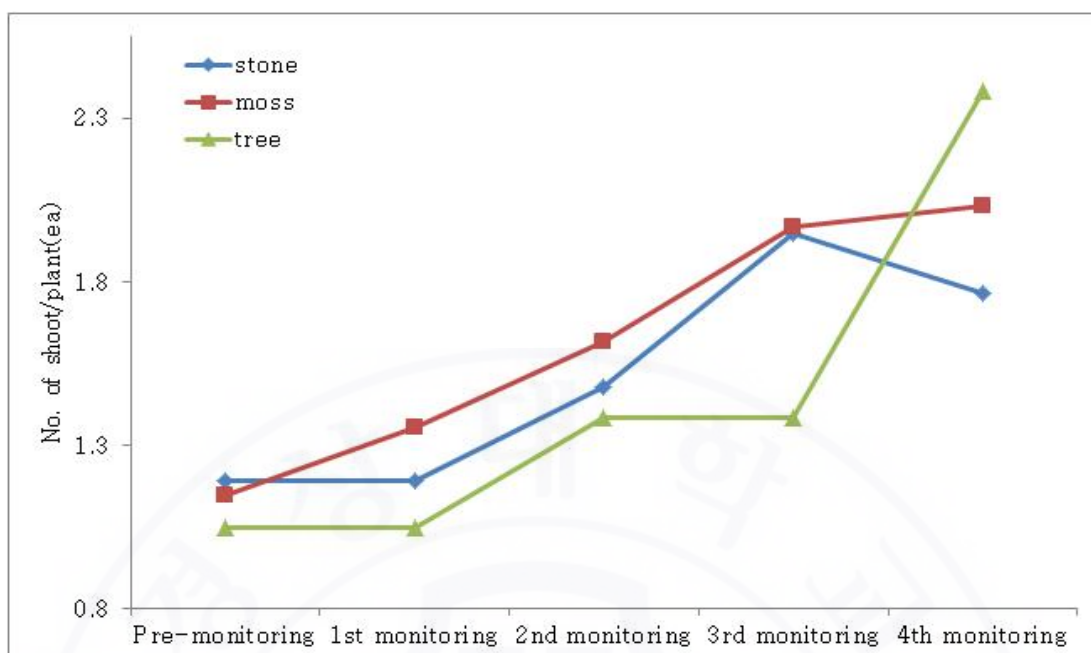


Fig. 13. Shoot number by method of attachment of *N. falcata*.

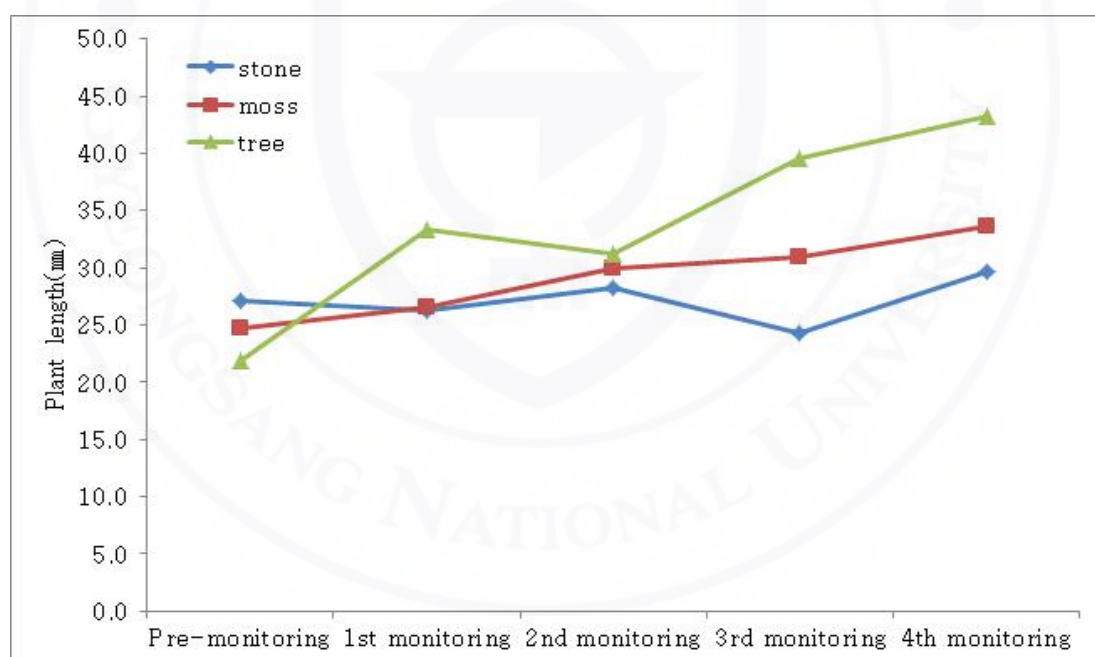


Fig. 14. Plant length by method of attachment of *N. falcata*.

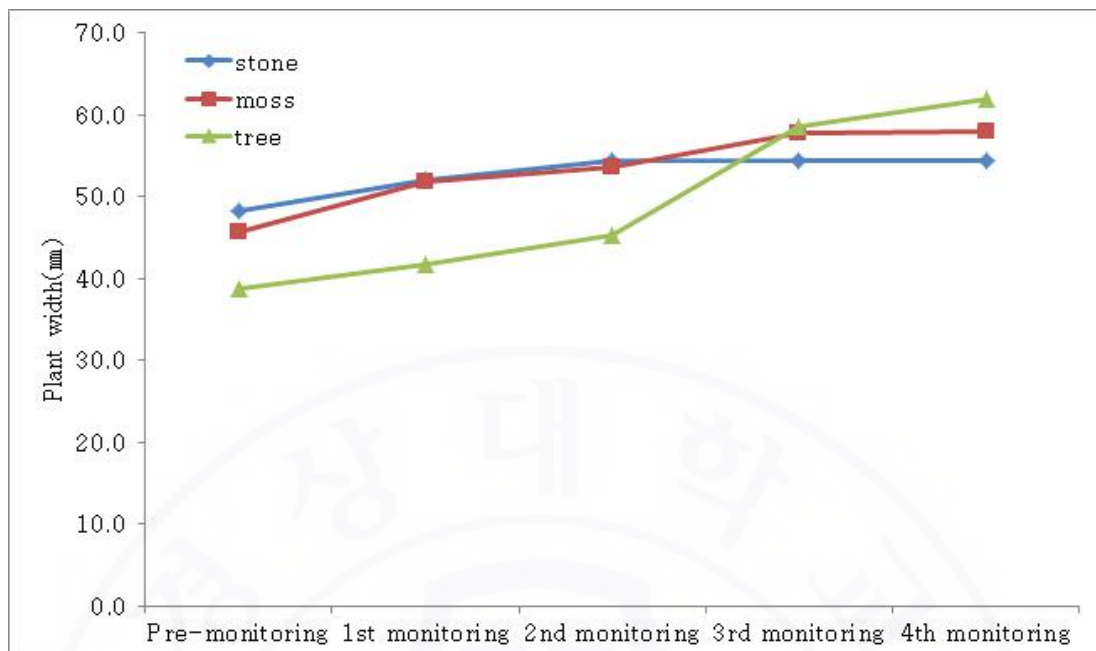


Fig. 15. Plant width by method of attachment of *N. falcata*.

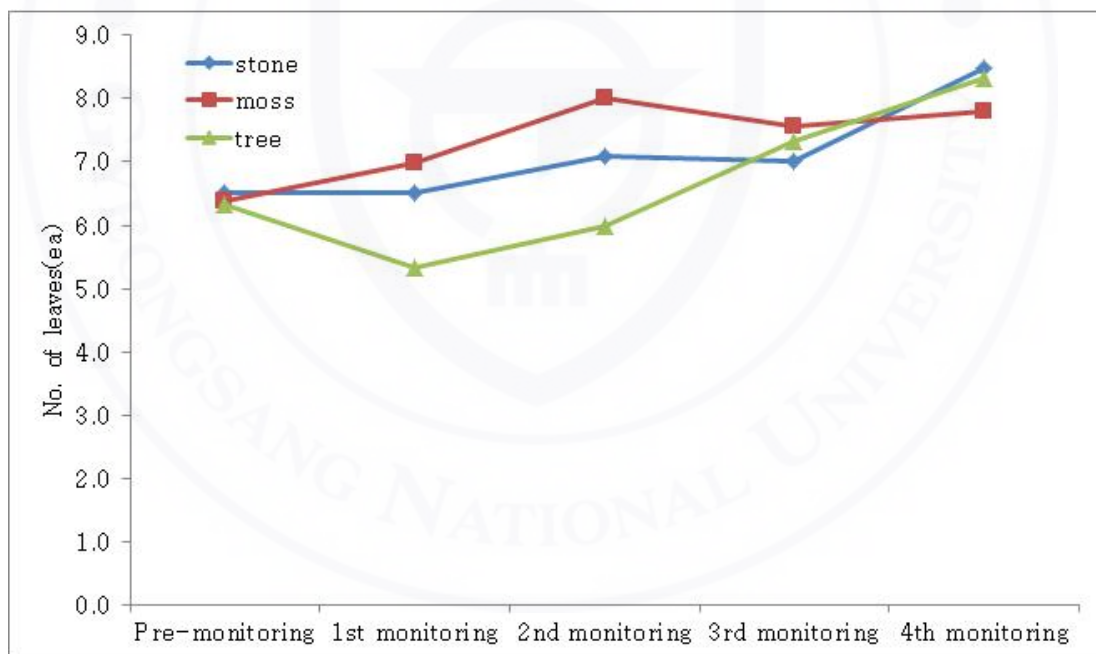


Fig. 16. Leaf number by method of attachment of *N. falcata*.

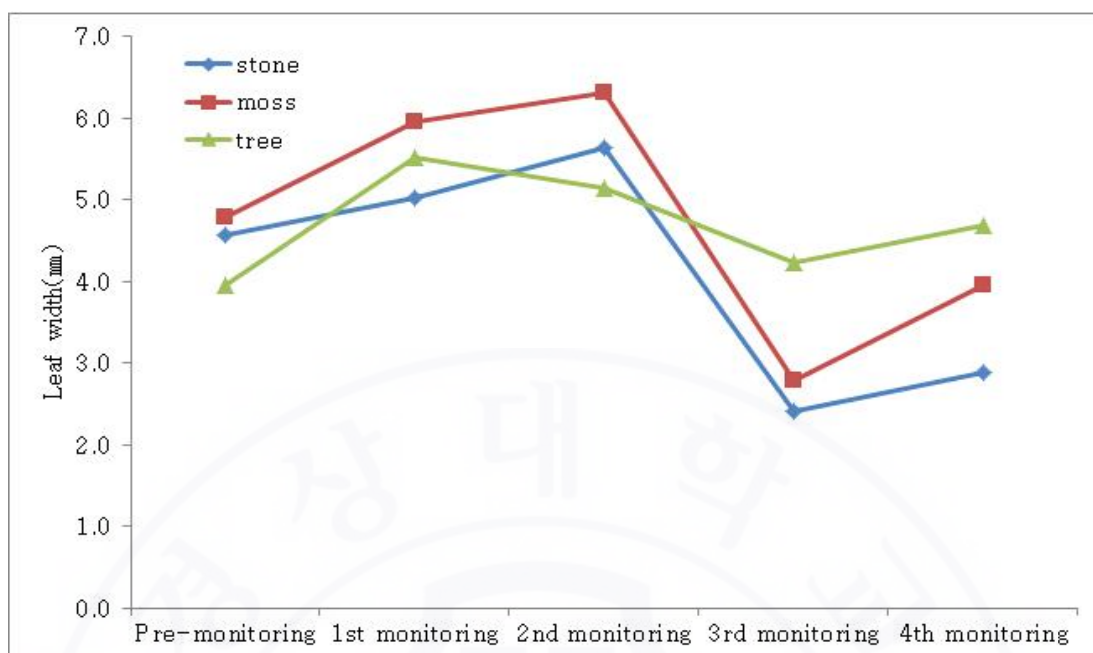


Fig. 17. Leaf width by method of attachment of *N. falcata*.

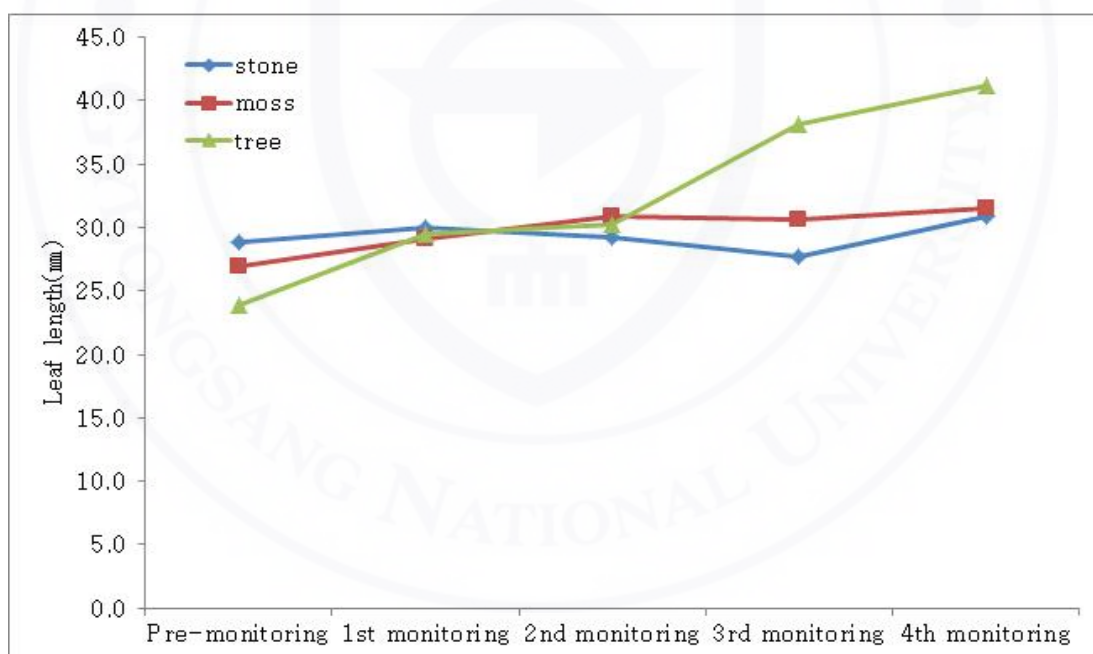


Fig. 18. Leaf length by method of attachment of *N. falcata*.

3) 부착 개체수별 성장량

풍란의 부착 개체수별 측수의 증가량을 분석한 결과(Fig. 19), 1차 모니터링에서 3차 모니터링까지 꾸준히 측수가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 복원 전 모니터링과 4차 모니터링의 결과를 비교해보면, 1개체 부착의 측수가 1.0에서 2.2, 2개체 부착의 측수가 1.2에서 1.9개, 3개체 부착의 측수가 1.1개에서 1.9개로 증가한 것으로 나타났다. 부착 개체수별 측수의 증가량은 1개체 > 3개체 > 2개체 순으로 나타나 1개체를 부착하는 방법이 측수의 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

부착 개체수별 식물체 높이의 성장량을 분석한 결과(Fig. 20), 복원 전 모니터링에서 4차 모니터링까지 2개체와 3개체는 꾸준히 늘어난 반면, 1개체를 부착한 개체는 늘어나다 줄어드는 등 외부환경인자의 영향을 받는 것으로 나타났다. 복원 전 모니터링과 4차 모니터링 결과를 비교해 보면, 1개체가 28.5 mm에서 32.1 mm, 2개체 24.5 mm에서 32.1 mm, 3개체 24.7 mm에서 33.8 mm로 증가하였다. 분석 결과 3개체 > 2개체 > 1개체 순으로 증가폭이 나타나 3개체를 부착하는 방법이 식물체 높이의 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

부착 개체수별 식물체 폭의 성장량을 분석한 결과(Fig. 21), 1개체와 2개체는 3차 모니터링까지 꾸준히 늘어나다가 4차 모니터링에서 줄어들었으며, 3개체는 2차 모니터링까지 꾸준히 늘어나다가 3차 모니터링에서 약간 줄어들었으나, 4차 모니터링에서 다시 늘어난 것으로 나타났다. 복원 전 모니터링과 4차 모니터링 결과를 비교해보면, 1개체 47.3 mm에서 56.9 mm, 2개체 44.9 mm에서 57.8 mm, 3개체 46.5 mm에서 56.6 mm로 조사되어 부착 개체수별 식물체 폭의 차이는 크지 않는 것으로 나타났다. 잎의 붙음새를 잘 보면 가로로 한 줄의 선이 달리고 있으며 잎은 오래되면 이 선을 경계로 살며시 말라 떨어져 나간다는 특징을 감안할 때(강범선, 2001), 이러한 결과는 잎이 떨어져 나가 개체수에 따른 식물체 폭의 차이가 확연하게 드러나지 않았기 때문으로 판단된다.

부착 개체수별 잎 수의 증가량을 분석한 결과(Fig. 22), 잎 수 또한 식물체 폭과 같이 부착 개체수별 증가폭이 크게 나타나지 않았는데, 이것은 잎이 떨어져 나간 결과로 사료되었다.

부착 개체수별 잎 폭의 성장량을 분석한 결과(Fig. 23), 잎 폭은 복원 전 모니

터링부터 2차 모니터링까지 늘어나다가 2차 모니터링을 기점으로 3차 모니터링까지 줄어들었으나 4차 모니터링 결과 약간 늘어난 것으로 조사되었다.

부착 개체수별 잎 길이의 생장량을 분석한 결과(Fig. 24), 2차 모니터링까지 부착 방법에 상관없이 잎 길이가 늘어났으며, 3차 모니터링 결과 모든 부착 개체수별 잎 길이가 약간 줄어들었으나 4차 모니터링 결과 다시 늘어난 것으로 조사되었다.



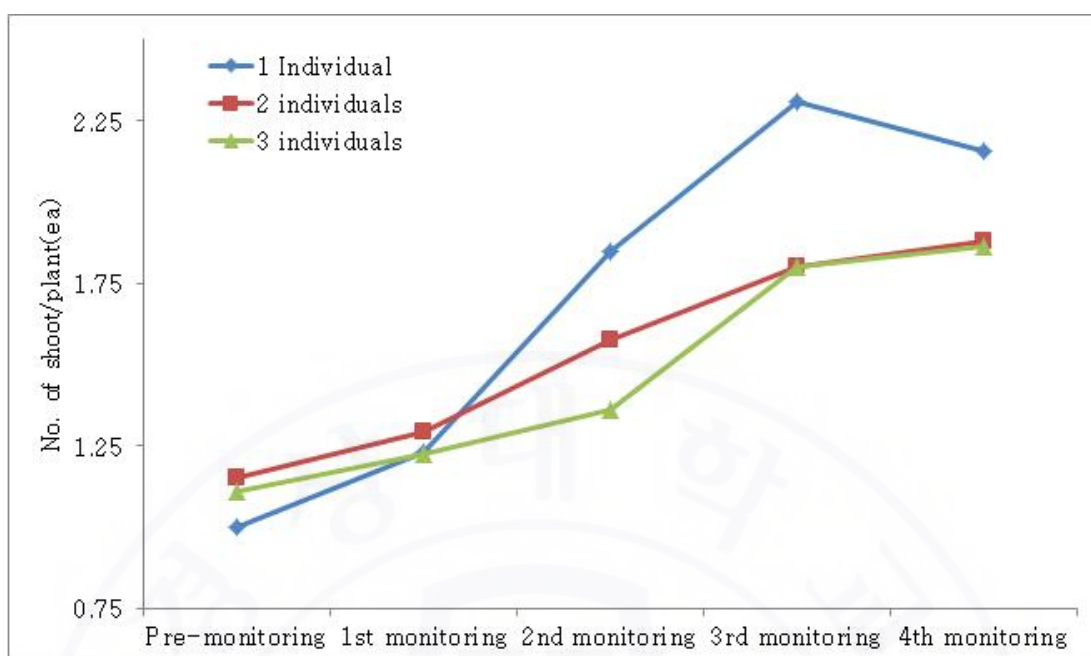


Fig. 19. Shoot number by number of attachment of *N. falcata*.

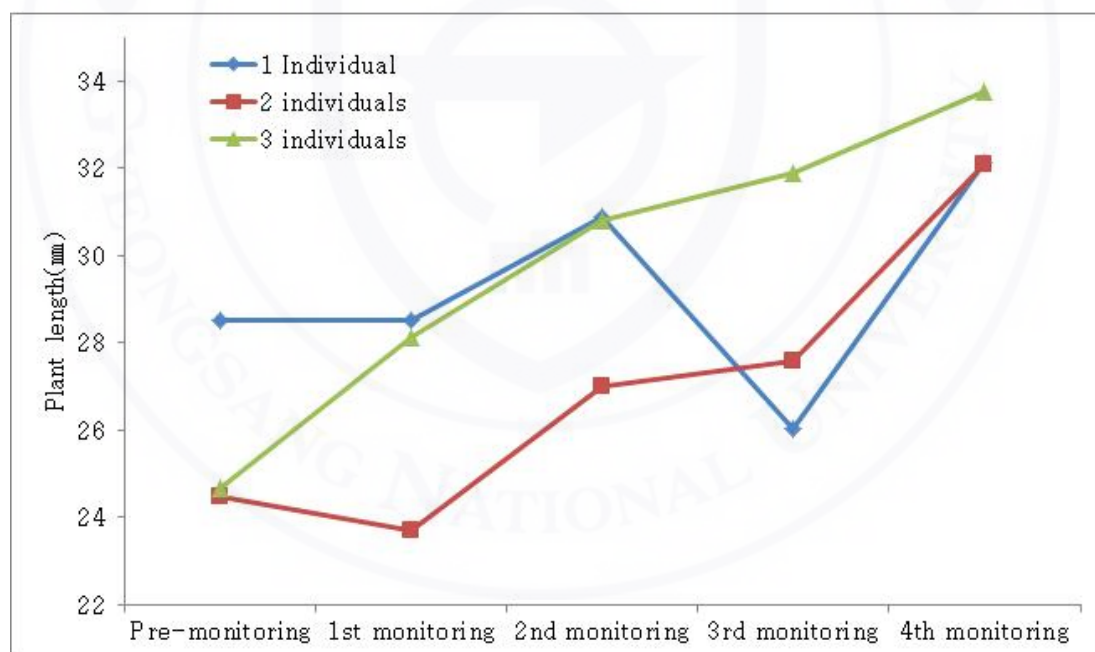


Fig. 20. Plant length by number of attachment of *N. falcata*.

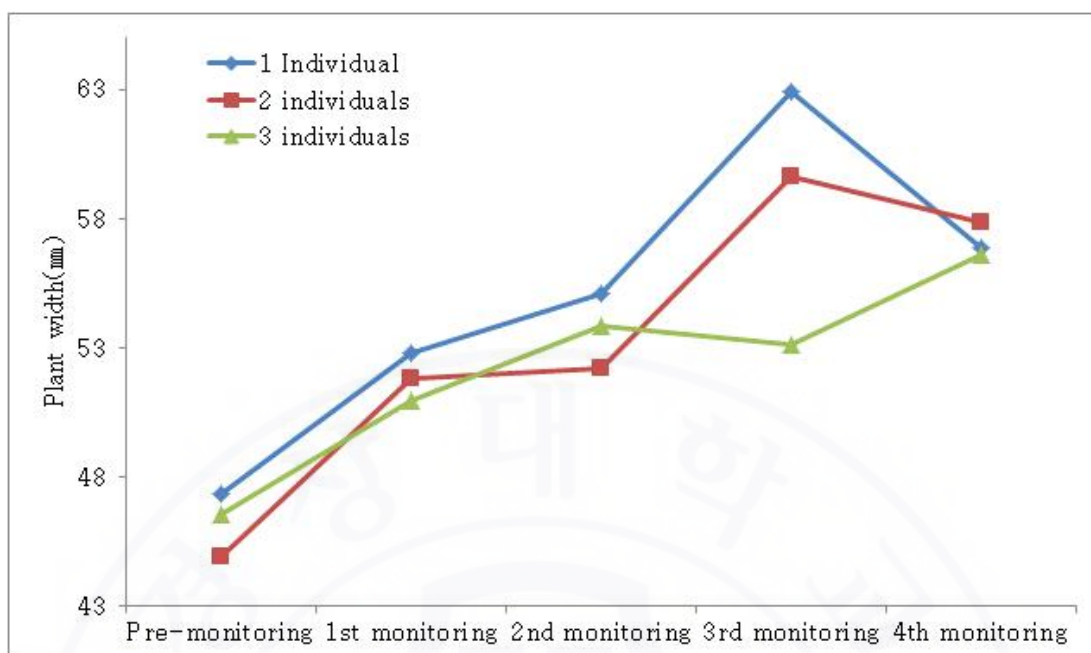


Fig. 21. Plant width by number of attachment of *N. falcata*.

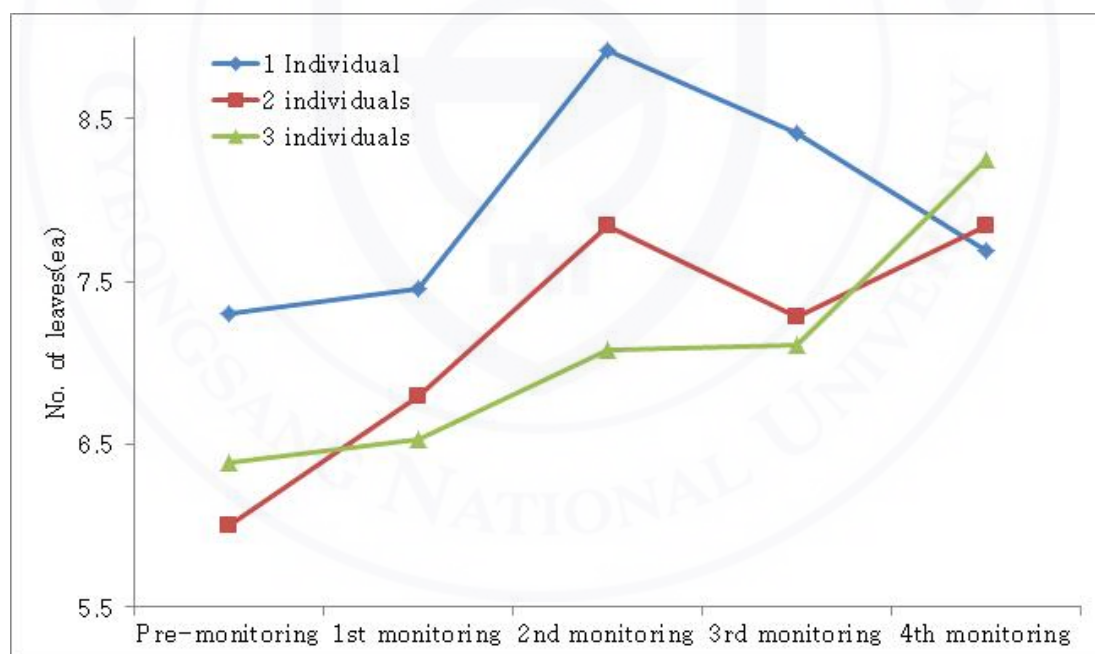


Fig. 22. Leaf number by number of attachment of *N. falcata*.

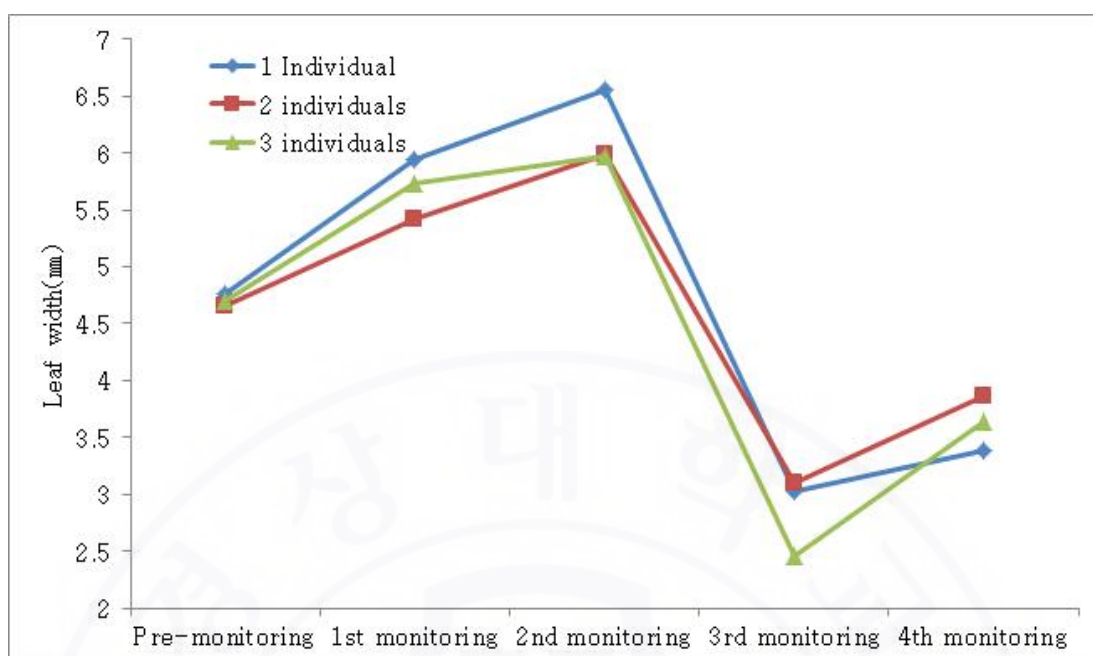


Fig. 23. Leaf width by number of attachment of *N. falcata*.

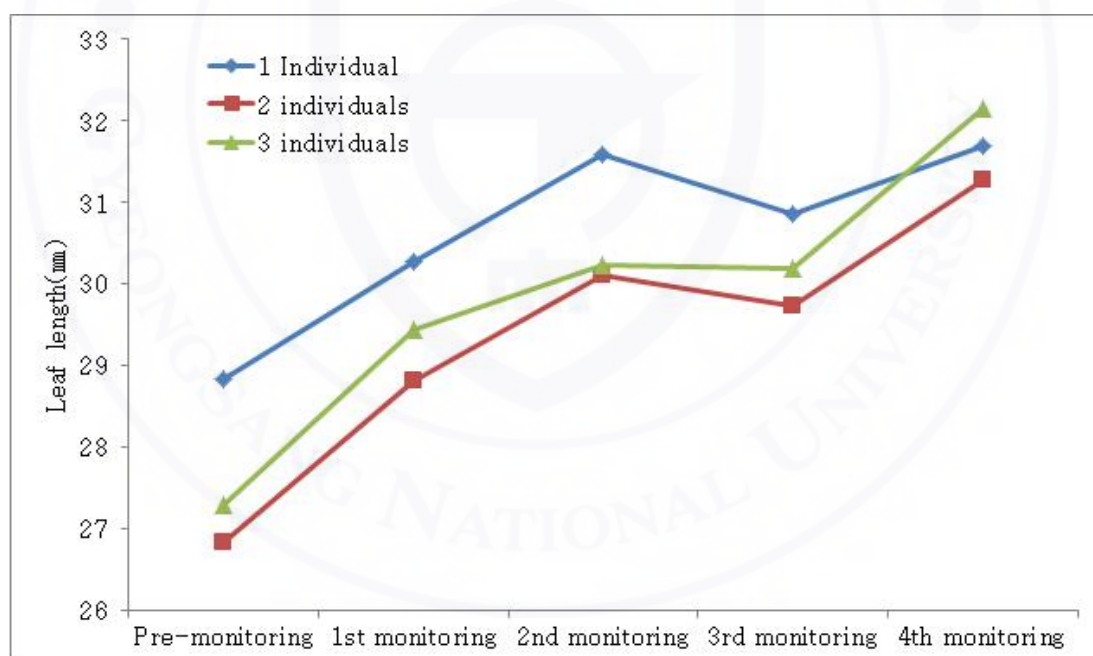


Fig. 24. Leaf length by number of attachment of *N. falcata*.

5. 통계분석

1) 상호작용 분석

풍란의 복원 후 1년이 경과한 개체의 부착 방법과 부착 개체수별 상호작용 효과를 분석한 결과(Table 13), 부착 개체수와 부착 방법은 상호 효과가 나타나지 않아 단순 주효과 분석만 실시하였다. 부착 개체수별 성장차이는 없는 것으로 나타났으나($p>0.05$), 부착 방법에 따른 생육조사 항목의 측수와 잎 수에 있어서는 수태와 돌에 부착하는 것이 나무에 부착하는 것에 비해 비교적 좋은 성장상태를 보이는 것으로 나타났다($p<0.05$). 수태에 부착한 풍란의 측수는 평균 1.6개로 조사되었고 나무에 부착한 풍란의 측수 1.1개에 비해 우수한 성장상태를 보이고 있었으며, 돌에 부착한 풍란의 측수는 유의성이 없었다. 잎 수의 경우 수태에 부착하는 방법이 7.8개로 가장 많았고, 돌에 부착하는 방법이 6.8개 순으로 나타났으나, 두 방법간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 그러나 나무에 부착한 풍란의 잎 수 5.0개와는 차이를 보였는데 이는 수태에 복원한 개체들은 바위틈 사이에 부착하여 해풍과 직사광선, 수분부족 등의 영향이 작았기 때문인 것으로 추정된다. 돌과 수태에 부착하는 방법은 풍란의 성장량 차이는 있었지만 통계적으로 유의성이 나타나지 않았는데, 이는 두 방법 모두 바위와 암벽사이에 부착시킴으로서 생장에 미치는 환경인자들이 유사하기 때문인 것으로 추정된다. 또 나무에 부착한 개체들은 여름철 태양광을 수관의 차광효과와 증산작용에 의한 수분 공급으로 생육조건이 좋을 것으로 예상하였지만, 오히려 겨울철 해풍과 건조 등 생육 적온 이외의 온도에서는 뿌리의 신장과 세근의 발달이 억제되어 다른 두 가지 부착 방법에 비해 생존율이 떨어진 것으로 판단된다.

Table 13. Comparison of growth by number and method of attachment in second monitoring

Division	Treatment	No. of shoots (ea)	Plant length (mm)	Plant width (mm)	No. of leaves (ea)	Leaf width (mm)	Leaf length (mm)
No. of attachment	1	1.4±0.2 ^a	31.0±2.2a	54.7±2.4a	6.6±0.5a	30.2±1.3a	6.2±0.3a
	2	1.3±0.1a ^z	27.5±1.5a	53.2±1.6a	6.6±0.4a	29.8±0.9a	5.6±0.2a
	3	1.3±0.1a	27.2±1.7a	50.3±1.8a	6.4±0.4a	28.5±1.0a	5.4±0.2a
Method of attachment	Stone	1.3±0.1ab	26.9±1.3a	54.4±1.4a	6.8±0.3a	30.2±0.8a	5.8±0.2a
	Moss	1.6±0.1a	29.2±1.0a	54.0±1.1a	7.8±0.2a	30.8±0.6a	6.1±0.1a
	Tree	1.1±0.2b	29.6±2.6a	49.9±2.9a	5.0±0.6b	27.5±1.6a	5.3±0.3a
p-value	No. of attachment(A)	0.911	0.334	0.290	0.928	0.494	0.085
	Method of attachment(B)	<0.05	0.328	0.363	<0.001	0.177	0.088
	A×B	0.152	0.072	0.224	0.869	0.212	0.935

*Mean±SD

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at p=0.05.

풍란 복원 후 2년이 경과한 생육개체의 부착 방법과 개체수별 상호작용 효과를 분석한 결과는 Table 14와 같다. 3차 모니터링의 상호작용 분석은 부착 개체수와 부착 방법은 상호 효과가 확인되어 상호작용을 분석하였다. 부착 개체수와 부착 방법에 따른 성장차이는 없는 것으로 나타났으나(p>0.05), 부착 개체수와 부착 방법에 따른 생육조사 항목의 잎 폭에 있어서는 성장에 영향을 주는 것으로 나타났다(p<0.05).

부착 개체수 1개의 경우 돌에 부착한 개체의 잎 폭은 2.9mm, 수태에 부착한 개체는 2.7 mm, 나무에 부착한 개체는 1.3 mm 순으로 나타나 돌에 부착하는 방법이 우수한 성장 상태를 보이고 있었다. 부착 개체수 2개의 경우 수태에 부착한 개체가 3.2 mm, 나무에 부착한 개체가 2.2mm, 돌에 부착한 개체가 1.9 mm 순으로 나타나 수태에 부착하는 방법이 우수한 성장 상태를 보이고 있었다. 부착 개체수 3개의 경우 나무에 부착한 개체가 4.8 mm, 수태에 부착한 개체가 3.0mm, 돌에 부착한 개체가 2.1 mm 순으로 나타나 나무에 부착한 풍란이 우수한 성장상태를 보이고 있었다. 따라서 부착 개체수 1개인 경우는 돌과 수태, 부착 개체수 2개인 경우는 수태, 부착 개체수 3개인 경우 나무에 부착하는 것이 풍란의 우수한 성장을 기대할 수 있을 것으로 추정된다.

Table 14. Comparison of growth by number and method of attachment in third monitoring

Treatment		Growth					
No. of attachment	Method of attachment	No. of shoots (ea)	Plant length (mm)	Plant width (mm)	No. of leaves (ea)	Leaf width (mm)	Leaf length (mm)
1	Stone	1.4±0.3*	30.1±3.1	62.2±4.3	6.4±0.9	2.9±0.5	36.0±2.3
	Moss	1.9±1.9	28.3±1.9	58.3±2.6	7.7±0.6	2.7±0.3	31.7±1.4
	Stone	1.0±0.6	31.1±6.2	50.6±8.6	4.5±1.9	1.3±1.0	27.5±4.6
2	Stone	1.5±0.2	25.0±2.5	55.7±3.6	5.7±0.8	1.9±0.4	30.2±2.0
	Moss	1.4±0.2	26.3±2.1	55.1±2.9	6.2±0.7	3.2±0.4	30.4±1.6
	Stone	1.2±0.5	32.0±5.1	46.9±7.0	3.8±1.5	2.2±0.9	28.8±3.8
3	Stone	1.5±0.2	23.2±2.4	50.3±3.4	5.2±0.7	2.1±0.4	27.2±1.8
	Moss	1.6±0.2	32.7±2.1	56.9±2.9	6.3±0.7	3.0±0.4	31.4±1.6
	Stone	1.3±0.5	36.6±5.1	47.5±7.0	6.3±1.5	4.8±0.9	30.1±3.8
p-value	No. of attachment(A)	0.920	0.548	0.422	0.556	0.119	0.617
	Method of attachment(B)	0.217	0.095	0.198	0.099	0.168	0.634
	A×B	0.735	0.183	0.608	0.667	<0.05	0.183

*Mean±SD

풍란 복원 후 3년이 경과한 생육개체의 부착 방법과 개체수별 상호작용의 효과를 분석한 결과(Table 15), 부착 개체수별 성장차이는 없는 것으로 나타났으나($p>0.05$), 부착 방법에 따른 생육조사 항목의 잎 폭에 있어서는 나무에 부착하는 방법과 수태에 부착하는 방법이 돌에 부착하는 방법에 비해 비교적 좋은 성장상태를 보이는 것으로 나타났다($p<0.05$). 나무에 부착한 개체의 잎 폭은 평균 4.7 mm로 조사되어 돌에 부착한 개체의 2.9 mm에 비해 우수한 성장상태를 보이고 있었다. 나무에 부착한 개체는 우수한 성장상태를 보이지만 돌, 수태에 부착한 개체에 비해 초기 수분스트레스가 빨리 찾아오므로 사업 초기 관수장비 설치 등을 통해 수분공급이 원활해야 할 것으로 판단된다.

Table 15. Comparison of growth by number and method of attachment in forth monitoring

Division	Treatment	No. of shoots	Plant length(mm)	Plant width(mm)	No. of leaves (ea)	Leaf width (mm)	Leaf length (mm)
No. of attachment	1	2.2±0.3 ^a	32.1±2.2a	56.9±4.1a	7.7±1.3a	0.5±3.1a	31.7±2.0a
	2	1.8±0.2a ^z	32.2±2.2a	56.3±2.9a	8.2±0.7a	0.9±3.4a	30.6±1.4a
	3	1.8±0.2a	32.7±3.1a	53.8±4.1a	8.2±1.2a	1.4±2.9a	30.8±3.0a
Method of attachment	Stone	1.7±0.2	30.2±3.1	52.1±4.3	7.6±1.0	2.9±0.2	29.6±2.5
	Moss	2.0±0.2	32.9±1.7	56.8±2.5	8.2±0.8	3.9±0.2	31.3±1.5
	Tree	1.7±0.7	43.2	61.9	8.3	4.7	41.2
p-value	No. of attachment	0.501	0.985	0.819	0.940	0.502	0.940
	Method of attachment	0.451	0.388	0.550	0.905	<0.05	0.400

^aMean±SD

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at p=0.05.

2) 상관관계 분석

풍란 생장량과 기상인자 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 16과 같다. 기상인자로써 기온(평균, 평균최고, 평균최저, 최고, 최저), 풍속(평균, 최대순간), 강수량과 생장조사 항목으로는 식물체 높이, 측수, 식물체 폭, 잎 폭, 잎 길이, 잎 수간의 관계를 분석하였다. 잎 수는 평균최고기온, 최저기온과 정의 상관관계를 나타내었다. 이는 여름철 고온이 증산작용을 촉진시켜 생육조건이 나빠진 것으로 판단되며, 차후 복원 시 착생식물 주변부에 이식하거나 무리형태로 이식해 직사광선에 의한 건조피해를 최소화하는 것이 중요할 것으로 판단된다. 풍속의 경우 측수는 최대순간풍속과 부의 상관관계를 나타내었으며, 식물체의 폭은 평균 풍속과 부의 상관관계를 나타내었다. 이는 풍속이 강하면 뿌리의 착생을 어렵게 하는 결과로 판단된다.

Table 16. Correlation between growth and meteorological factors of *N. falcata*

	Temperature					Wind velocity		P.M.T. ^y
	Ave.	Ave. max	Ave. min	Max	Min	Ave.	M.I. ^z	
Plant length	0.642	0.726	0.516	0.580	0.732	-0.872	-0.997	0.009
No. of shoot	0.585	0.675	0.453	0.520	0.681	-0.905	-1.000**	-0.063
Plant width	0.180	0.293	0.027	0.103	0.301	-1.000**	-0.908	-0.485
Leaf width	0.459	0.353	0.591	0.527	0.346	0.788	0.462	0.919
Leaf length	0.279	0.389	0.128	0.204	0.396	-0.995	-0.946	-0.394
No. of leaves	0.995	1.000**	0.967	0.984	1.000*	-0.283	-0.655	0.704

*The correlation is significant at the 0.05 level

**The correlation is significant at the 0.01 level

^zM.I.: Maximum instantaneous wind velocity

^yP.M.T.: Monthly total precipitation

3) 로지스틱 회귀분석

복원 전 조사한 성장자료를 토대로 생존율에 미치는 영향을 검증하기 위해 독립변수는 복원 전 조사 항목, 종속변수는 2차 모니터링의 생존 여부(1 또는 0) 조사 자료를 활용하여 분석한 결과 및 생존율의 영향인자로 분류되어 로지스틱 회귀모형에 포함된 변수는 Table 17과 같다. 2차 모니터링의 분석결과 생존확률에 영향을 미치는 나무부착 여부, 식물체 폭이 유의수준 이내에서 설명이 가능한 것으로 나타났다. 변수의 영향력의 크기는 Wals값을 비교한 바, 나무에 부착하는 것이 생존확률에 부정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 또한 영향력이 크지 않으나 식물체의 높이와 폭이 클수록 생존확률이 높은 것으로 나타났고, 반대로 잎 수가 적을수록 생존확률이 낮게 나타났다. 이는 잎의 수가 적을수록 전체 면적은 감소해 증산작용에 따른 건조스트레스를 덜 받기 때문인 것으로 판단된다. 복원 전 조사 항목과 4차 모니터링의 생존 여부(1 또는 0) 조사 자료를 활용하여 분석한 결과(Table 18), 측수가 풍란의 생존에 미치는 영향이 3.06배 높게 나타나 생존에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났으며($p < 0.05$), 그 다음으로 잎 수가 1.30배, 식물체 폭이 1.05배로 생존에 영향을 주는 것으로 나타났다. 반면 잎 폭과 잎 길이는 각각 0.61, 0.80배 낮게 나타나($p < 0.05$, $p < 0.01$) 풍란의 생존에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

Table 17. Coefficient estimate in a logistic regression model for the probability of survival of second monitoring

Variable	B	S.E.	Wals	df	p	Exp(B)
Attach to tree	-1.149	0.419	7.497	1	0.006*	0.317
Plant length	0.057	0.034	2.901	1	0.089	1.059
Plant width	0.068	0.024	8.040	1	0.005*	1.071
No. of leaves	-0.320	0.182	3.095	1	0.079	0.726
Constant	-0.595	1.161	0.262	1	0.608	0.552

* $p < 0.01$

Table 18. Effects of various growth characteristics on survival rate of *N. falcata*

	Exp(B)	95% confidence interval for EXP (B)		p
		minimum	maximum	
Plant length	1.134	1.057	1.217	0.000
No. of shoot	3.062	1.250	7.505	0.014*
Plant width	1.056	0.991	1.125	0.090
Leaf width	0.612	0.403	0.930	0.021*
Leaf length	0.803	0.693	0.930	0.003**
No. of leaves	1.300	0.952	1.774	0.099
Constant	0.230			0.220

*p<0.05, **p<0.01

풍란(*Neofinetia falcata* (Thunb.) Hu.)은 바위나 나무에 서식하고 향이 좋기 때문에 지속적인 남획과 도채, 서식지 파괴로 서식지가 제한적이다. 이러한 상황에서 풍란의 복원은 더 이상의 멸종을 막을 수 있으며 최소존속개체군 유지를 통해 생물 다양성에 기여할 수 있다. 풍란의 효율적인 복원을 위해서는 기내배양한 개체를 수태(樹苔)로 기외순화하여 바닷물의 침입이 없는 지역이면서 수분 공급이 원활한 바위틈이나 나무에 복원하여야 한다. 그 후 성공적인 복원을 위해 지속적인 모니터링이 수반되어야 하며, 풍란의 뿌리 신장과 세근 발달을 유도하여 뿌리가 암반이나 나무에 완전히 활착되어 기상악화로 인한 소실을 최소화 시킬 필요가 있다. 성공적인 복원에 있어 또 다른 중요한 요인 중의 하나는 개화와 종자의 결실이다. 향후 풍란 종자의 결실에 관여하는 수분매개자에 관한 연구, 근권의 난배양성 미생물에 관한 연구 등 추가적인 번식연구가 필요할 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 식물상 및 생육 특성 분석을 통해 특정도서를 대상으로 멸종위기 야생생물 I 급 풍란의 효율적인 복원을 구명하기 위한 목적으로 원종확보 및 생장배지 구명, 자생지와 복원지의 식물상 분석, 복원 후 생육 모니터링, 부착 방법과 부착 개체수별 생장량 분석, 상호작용 분석, 생장량과 기상인자 간의 상관관계 분석을 실시였으며, 조사대상지는 경상남도 거제시 남부면에 위치한 풍란 자생지와 복원지를 대상으로 하였다.

1. 식물상

풍란의 자생지에서 확인된 관속식물상은 29과 45속 40종 8변종 48분류군으로 조사되었으며, 복원지는 26과 42속 43종 5변종 48분류군으로 조사되었다. 출현 식물종 가운데 희귀식물은 자생지 5분류군, 복원지 2분류군이 나타났으며 귀화식물은 복원지에서 2분류군이 나타났다. 식물구계학적 특정식물은 자생지 24분류군, 복원지 16분류군이 나타났다. 희귀율은 자생지와 복원지 각각 10.4%, 4.2%, 특산율은 50.0%, 33.4%로 나타났으며, 양치식물계수는 모두 0.53로 분석되었다. 복원지의 귀화율과 도시화지수는 각각 4.2%, 0.5%로 분석되었다.

2. 풍란 원종확보 및 생장배지 구명

식물체 폭의 경우 LMWP, MS, Hyponex, MS+ Charcoal 순이었으며 LMWP 배지의 경우 평균 4cm 이상 성장하였다. 식물체 잎의 개수는 LMWP 배지의 경우 평균 7.2개, MS 5.3개, Hyponex 4.2개, MS+ Charcoal 3.8개 순이었으며, 초장은 LMWP 배지의 경우 평균 2.4 cm, MS 0.6 cm, Hyponex 0.4 cm, MS+ Charcoal 0.4 cm로 나타났다. 근권부 생장의 지표인 뿌리 개수의 경우 LMWP 배지는 평균 7.5개, Hyponex 3.9개, MS 3개, MS+ Charcoal 2.7개로 나타났다.

3. 복원 후 생육 모니터링

풍란 복원 개체의 생육 모니터링 결과 생존율은 27.0%, 고사율과 소실율은 각각 24.0%와 48.0%로 나타났다. 부착 방법별 생존현황 분석 결과 수태에 부착한 개체 35.4%, 돌에 부착한 개체 22.2%, 나무에 부착한 개체 8.3%순으로 나타났으며, 부착 개체수별 생존현황 분석 결과 1개체 생존율이 28.9, 2개체 생존율 27.8%, 3개체 생존율이 26.6% 순으로 생존하고 있는 것으로 나타났다.

4. 시간경과에 따른 생장량

전체 생장량 분석 결과, 측수는 190%, 식물체 길이는 134%, 식물체 폭은 121%, 잎 수는 126%, 잎 길이는 114%로 증가하였으며, 잎 폭은 감소하였다. 부착 방법별 생장량 분석 결과, 측수, 식물체 높이, 식물체 폭, 잎 수, 잎 폭, 잎 길이 모두 나무 부착 방법이 생장에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 부착 개체수별 생장량 분석 결과, 측수 생장은 1개체 부착이, 식물체 폭과 잎 폭 생장은 2개체 부착이, 식물체 높이와 잎 수, 잎 길이는 3개체 부착이 생장에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

5. 통계분석

복원 후 생육개체의 부착 방법과 부착 개체수의 상호작용 효과분석 결과 나무에 부착하는 방법과 수태에 부착하는 방법이 돌에 부착한 개체에 비해 비교적 좋은 생장 상태를 보이는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 생장량과 기상인자 간의 상관관계 분석 결과 기온의 경우 잎 수가 평균 최고기온과 최저기온과 정의 상관관계를 나타내었다. 풍속의 경우 측수는 최대순간풍속과 부의 상관관계를 나타내었으며, 식물체의 폭은 평균풍속과 부의 상관관계를 나타내었다. 복원 전 조사한 생장자료를 토대로 생존율에 미치는 영향을 검증한 결과, 측수가 생존확률에 긍정적인 영향을 미치며 나무에 부착하는 방법이 생존확률에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

VI. 참고문헌

강법선. 2001. 난. 대원사. 272pp.

국립공원관리공단. 2012. 국립공원 멸종위기 야생식물 증식·복원 지침서. 189pp.

국립공원관리공단. 2014. 종복원기술원 식물복원센터 연구실적 보고서(2011~2014). 125pp.

국립공원관리공단. 2015. 국립공원자연자원조사: 한려해상 국립공원 육상분야. 746pp.

국립생태원. 2015. 자연환경보전사업 설계 가이드라인. 180pp.

국립수목원·한국식물분류학회. 2007. 국가표준식물목록. 국립수목원. 534pp.

김세훈, 송세규, 김인택, 오충현. 2014. 한국 특정도서 내 식생훼손 현황 및 관리 방안. 한국환경생태학회 학술대회논문집 24(1): 37-38.

김영기, 조상진, 김기중. 2014. 엽록체 mark와 핵 ITS 염기서열을 이용한 나도 풍란속 및 풍란속 계통과 종동정. 한국식물분류학회지 44(1): 39-50.

김임규. 2008. 한산도 망산의 식물상과 삼림구조 분류에 관한 연구. 석사학위논문. 진주산업대학교 대학원. 83pp.

김주환, 김윤식. 1997. 제주도 숲섬 파초일엽(*Asplenium antiquum* Makino)의 보존 현황에 관한 조사 연구. 자연과학 16: 22-26.

- 김철환. 2000. 본문: 자연환경 평가-1. 식물군의 선정-. 한국생물학회지 18(1): 163-198.
- 김형근, 강훈, 소인섭. 1999. 자란, 풍란 및 나도풍란의 기내 종자발아에 관한 연구. 제주대학교 아열대농업생명과학연구지 16: 145-157.
- 김형근. 1999. 자란, 풍란 및 나도풍란의 기내 종자발아에 관한 연구. 석사학위 논문. 제주대학교 대학원. 25pp.
- 남수환, 김상태. 2017. 울릉도 특산 식물 선모시대의 증식과 파괴된 원자생지 복원 연구. 한국자연보호학회지 11(1): 82-90.
- 문화재관리국. 1998. 왕벚나무(*Prunus yedoensis* Matsumura)의 자생실태 및 자생종 판별 연구 보고서. 문화재관리국. 181pp.
- 박성수, 홍광우, 김세천, 이효염. 2017. 한국특산식물 및 종의 자생지 특성을 고려한 식재 후 생육상태 모니터링 -고속도로변 시설지를 대상으로-. 한국조경학회지 45(6): 1-9.
- 박양규. 2004. 서·남해안 도서지역의 식물상. 석사학위논문. 호남대학교 대학원. 121pp.
- 박정근, 김경림, 양형호, 신재권, 권혜진, 김성식, 손성원. 2014. 금자란 복원을 위한 자생지내 식물 도입에 관한 연구. 산림과학 공동학술대회 논문집 147-147.
- 백기엽, 심결보, 김정주. 1990. 동양란의 개발과 미세번식 체계확립. 2. 천연산물 및 BAP 처리일수가 동양란 Rhizorne의 기관형성에 미치는 영향. 한국원예학회지 31(1): 74-80.

- 산림청, 국립수목원. 2008. 한국 희귀식물 목록집. 산림청, 국립수목원. 332pp.
- 송동옥. 2011. 경상남도 남해군 일대의 해안림 유형과 생태적 특성에 관한 연구. 박사학위논문. 중앙대학교 대학원. 160pp.
- 송천영, 문자영, 문응식, 신경진. 2016. 수태에 심은 도자기 분화 식물의 관수 및 시비가 생장에 미치는 영향. 화훼연구지 24(4): 319-327.
- 신학섭, 김텃골, 윤충원. 2015. 우리나라 중·서부 해안식생의 식물사회학적 식생 유형과 식물상. 한국양봉학회지 30(4): 315-329.
- 신현철, 임용석, 마선미, 나성태, 이예슬. 2006. 멸종위기종인 풍란의 자생지내외 보전과 지역사회 협력모델 개발. 과천 환경부. 767pp.
- 신현철. 2017. 도서생물지리적 관점에서 본 우리나라 특정도서의 생태적 특성과 관리방안. 박사학위논문. 서울여자대학교 일반대학원. 320pp.
- 양석정. 2008. 경상남도 무인도서의 식물상 분포분석. 석사학위논문. 창원대학교 대학원. 87pp.
- 오현경, 유주한. 2012. 경상남도 사천시의 식물생태지수 개발을 위한 기초연구. 환경영향평가 21(4): 509-523.
- 윤경은, 정소영. 2011. 세계의 난. 김영사. 356pp.
- 이선우. 2006. 멸종위기종 풍란(*Neofinetia falcata* (Thunb.) Hu)의 계통분류학적 연구. 석사학위논문. 대전대학교 대학원. 58pp.

- 이우철, 임양재. 1978. 한반도 관속식물의 분포에 관한 연구. 한국식물학회지 8: 1-33.
- 이유미, 박수현, 정수영, 오승환, 양종철. 2011. 한국내 귀화식물의 현황과 고찰. 식물분류학회지 41(1): 87-101.
- 이종석. 1993. 동양란. 내외출판사. 338pp.
- 이창복. 2003. 원색 대한식물도감(하). 향문사. 910pp.
- 임양재, 전의식. 1980. 한반도의 귀화식물 분포. 한국식물학회 23(3-4): 69-83.
- 정재동, 함수현, 지선옥, 정미영, T.M.Khin, 김창길. 2004. 풍란(*Neofinetia falcata*) 경정 배양에 의한 유묘의 대량 증식. 한국화훼연구회지 12(2): 101-106.
- 정재동. 1980. 풍란(*Neofinetia falcata*) 종자의 무균배양. 1. Peptone과 tryptone 을 첨가한 hyponex배지가 발아와 생육에 미치는 영향. 한국조직배양학회지 7(1): 13-22.
- 정재동. 1979. 풍란(*Neofinetia falcata*) 종자의 무균배양. 1. 무균발아 및 생장에 관한 기초연구. 한국조직배양학회지 6(1): 49-66.
- 조영준. 2012. 끈끈이주걱 자생지 복원에 관한 연구 : 월출산국립공원 도갑습지를 중심으로. 석사학위논문. 목포대학교 대학원. 71pp.
- 지선옥, 조동훈. 2005. 목초액이 기내 배양한 풍란(*Neofinetia falcata*)의 내생물질 함량 및 활성에 미치는 영향. 한국생명과학회지 15(4): 673-677.
- 최두섭. 2015. 함백산일원의 식물상. 석사학위논문. 한남대학교 대학원. 66pp.

최영은, 김창환. 2013. 전라북도 부안·고창군 무인도서 식물상에 관한 연구. 한국
도서연구 25(2): 101-115.

하송, 오장근. 2013. 거제시 지심도의 식물상과 큰나무 분포특성. 한국도서연구
25(1): 205-226.

한국양치식물연구회. 2005. 한국양치식물도감. 지오북. 339pp.

허수정, 권순배, 변학수, 서정식, 유기억. 2004. RAPD를 이용한 고추냉이의 유
연관계 분석. 한국약용작물학회지 12(1): 31-35.

허진우. 2009. 한국 갯방풍 자생지 분포와 생태적 특성. 석사학위논문. 단국대학
교 대학원. 64pp.

홍순형, 허만규. 1995. 한국 난과식물 조사보고. 환경연구지 13: 85-90

환경부. 2012. 제4차 자연 환경 조사 지침. 환경부. 486pp.

환경부. 2012. 한국의 생물다양성 보고서. 환경부. 130pp.

Gregory, P.J. 1986. Response to temperature in a stand of pearl millet
(*Pennisetum typhoides* S. & H.): VIII. Root growth. J. Exper. Bot. 37:
379-388.

Huang, Y., K. Ji, Z. Jiang, and G. Tang. 2008. Genetic structure of *Bexus
snica* var. *parviflora*, a rare and endangered plant. Sci. Horticul., 116:
324-329.

Knudson, L. 1922. Non-symbiotic germination of orchid seeds. Bot. Gaz. 73(1)1-25.

Margaret. M. 2010. Conservation and re-introduction to augment threatened orchid populations in Madagascar. IUCN. p. 328-331.

Ronald, G. 1947. The Geography of the Flowering Plants. Longman. 403pp.

Soorae, P.S. 2010. Global re-introduction perspectives: additional case-studies from around the globe. IUCN. 352pp

Walck, J. L., J.M. Baskin, and C.C Baskin. 1999. Effects of competition from introduced plants on establishment, survival, growth and reproduction of the rare plant *Solidago shortii* (Asteraceae). Biol. Cons. 88: 213-219.

Whittaker, R.J. 1995. Disturbed Island Ecology. Trends in Ecology and Evolution 10(10): 421-425.