한국자연보존연구지 3 (2): 205-216 (2005)

# 골프장 운영에 따른 생물 다양성의 변화

권 영 한
한국환경정책 · 평가연구원

# Changes of Biodiversity Due to Golf Course Operation

KWON, Young Han
Korea Environment Institute, 613-2 Bulgwang-Dong, Eunpyeong-Gu, Seoul, 122-706, Korea

## ABSTRACT

Biodiversity, an indispensable item in an ecological impact assessment, has not yet been introduced in the impact assessment in Korea. Studies on whether constructions of golf courses, which are recently increased, have any effects on the local biodiversity have not rarely accomplished. In this report patterns of vegetation and changes of insect species were investigated in three golf courses in operation. In the vegetation corelation was shown in terms of geography and habitats rather than sizes of reserved areas. Planting alien species and introduction of intruders in slopes likely caused changes in the distribution of plant species. Although limited results of insects, both number and density of species of Coleoptera were appeared differently according to sizes of the reserved, degree of human intervention and distances from interrupted regions. In the golf course operated within an year, species diversity was decreased dramatically in various habitats of the golf course compared to nearby farmland. Reduction of insect species in the golf course may lead to affect the distribution of groups of higher classes, such as salamander and reptiles or birds. The results suggest that to maintain biodiversity in the golf course it is necessary to use rough and slope for habitat areas as many as possible and to keep preserved regions as an enough size of patches, allowing animals to move and to be connected with surrounding ecosystems. Additional researches on biodiversity have been remained to identify the role of the golf course as habitats of various biological organisms.

**Key words:** biodiversity, ecological impact assessment, golf course

## 서 론

골프장 이용객수는 2004년도에 1천5백만 명으로 최근 10년 동안 연평균 약 13.2% 증가율을 보이고 있고, 2004년 현재 골프 인구는 300만명 수준인 것으로 보고되고 있다(문광부, 2004). 골프 인구의 증가에 따라 2005년 1월 현재 운영중(194개), 건설중(73개), 미착공(14개)(한국골프경영협회, 2005), 사업승인 진행중인 골프장(105개)(국무조정실, 2004) 등이 386개이며 매년 새로운 골프장이 건설될 것으로

예상된다.

1990년대 골프장의 개발은 지형에 관계없이 일방적으로 평지를 만들어 골프장을 조성하였다. 2000년대 후에는 지형을 고려하여 골프장을 조성하려는 노력이 시도되었다. 우리나라와 같이 산지가 67%인 경우 골프장 건설이 쉽지 않으며 생태계의 훼손이 예상보다 심각할 수 있다. 서식지의 훼손으로 인하여 종의 다양성이 단순화되고 있는 현상들을 골프장 관련 환경영향평가서에서 흔히 접할 수 있다.

국내에서 생물 다양성은 백두대간을 중심으로 법적으로 보호된 지역, 도서지역, 습지 등에서 높은 것으로 알려져 있고 기타 일반지역에 대해서는 조사된 결과를 거의 찾아 볼 수 없다. 골프 인구의 증가에 따라 서식지의 변화와 화학물질의 오염, 물 관리, 골프장 주변의 토지 이용의 확대는 생태적인 입장에서 토지의 잘못된 이용이라고 주장하는 사람들에 의해 주요 관심 사항으로 등장했다. 그러나 아직 골프장이 생태 환경에 좋다 혹은 나쁘다하는 견해를 뒷받침하는 증거는 드물다. 단지 골프장 방류수에 의해 주변 하천의 육수 생태계에 부정적인 영향을 주고 있다는 보고가 있다(권 등, 2002, 2003; 권과 노, 2003). 반면, 인위적인 간섭이 많은 농경지 또는 초지에 골프장이 조성되는 경우 생태계에 긍정적인 효과를 주어 생물 다양성이 증가하는 사례가 외국에서 보고되고 있다(Gange *et al.*, 2003; Tanner and Gange, 2005).

국내에서 생물 다양성에 대한 관심이 증가되고 있으나 국가적인 차원에서의 기초 연구 결과나 생물 다양성에 미치는 영향에 대한 연구가 거의 없는 실정이다. 이는 아직 국내의 개발 사업에 대한 생태계 영향 평가에서 생물 다양성을 항목으로 다루고 있지 않기 때문일 것이다. 반면 외국의 경우, 특히, 유럽의 경우 환경 영향 평가나 전략 영향 평가에서 생물 다양성을 조사 항목으로 도입하고 있으며 최근에 생물 다양성을 환경 영향 평가에 도입하기 위한 기준들을 마련하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 생태계 영향을 평가할 경우 생물 다양성의 변화에 대한 조사와 예측 및 저감 대책에 대한 가이드라인을 시급히 도입할 필요가 있다.

본 연구는 골프장 운영으로 인하여 서로 다른 서식 환경에서의 식물과 곤충 종의 변화를 조사하여 골프장이 생물 다양성에 미치는 영향이 어느 정도인지 파악하여 생물 다양성을 보전하기 위한 방안을 제안하기 위하여 실시하였다. 식물상과 곤충상을 연구의 재료로 선정한 것은 식물상은 곤충류의 서식 환경을 제공하며, 곤충류는 1차 소비자로서 비교적 환경의 변화에 민감하고 동물상 중 가장 다양한 분류군이기 때문이었다.

## 조사 및 방법

### 1. 식 생

조사시기는 종의 출현이 가장 왕성한 7~9월을 선정하여 조사하였다. 조사 대상지는 약 10년과 30년 이상 운영중인 골프장과 조성 후 1년된 골프장 등 운영 기간과 지역이 다른 3곳의 골프장이었으며 골프장 내 원형 보존 지역과 러프와 법면의 경계 지역에서 조사 지점을 선정하였다. 러프와 법면 경계 주변은 기존의 생태계와 코스 조성으로 인하여 변화된 생태계의 전이 지역으로 새로운 종이 출현하였다. 골프장 B와 A의 러프와 사면의 형태는 비슷했으나 환경은 달랐다. 골프장 B의 경우 러프 및 사면의 범위가 골프장 A에 비해 좁았지만 골프장 건설 후 기간이 짧아 인위적인 간섭이 상대적으로

Table 1. Investigation sites of golf courses

| | Golf course B | Golf course A | Golf course C |
|---|---|---|---|
| Control sites | 1. a site within 500m from the golf course | 1. a site within 100m from the golf course | - |
| Conservation sites within a golf course near the border | 2. a slope within 50m from the golf course | 2. a slope within 70m from the golf course | 1. a slope within 50m from the golf course (4,200 $m^2$) |
| Isolated conservation sites within a golf course | - | 3. a slope within 70m from the golf course | 2&3. a slope and a valley within 100m from the golf course, (56,000 $m^2$) |
| Border sites between rough and slope of conservation area | 3. border between rough and slope of conservation area | 4. border between rough and slope of conservation area | - |

* Golf course B: operation of one year, vegetation of the control site: *Pinus densiflora* community.
* Golf course A: operation over 10 years, good ecosystem around the golf course, vegetation of the control site: *Quercus variables* and *Q. mongolica* community.
* Golf course C: operation over 30 years, surrounded and interrupted by roads, main vegetation: *Pinus rigidata* community.

적었다. 대조구는 조사 지역과 근접한 골프장 경계 밖의 수림에서 선정하였다. 골프장 C 원형 보존 지역의 대략적인 면적은 골프장 토지 이용 계획도와 구적계를 사용하여 산출하였다(Table 1).

각 조사지점별로 10m × 10m 방형구를 선정하고, 군락, 층 구조별 피도와 군도, 교목층의 흉고 직경, 종의 구성, 인위적 간섭 여부 등을 조사하였다. 러프와 경계의 가장자리에 침입한 종들을 파악하기 위하여 다양한 방형구(1×1$m^2$, 5×5$m^2$ 등)를 사용하였다. 조사방법은 기존의 식생조사방법(Braun-Blanquet, 1964)을 적용하였다. 획득된 자료의 분석은 indirect quadrat ordination 방법(Kent & Coker, 1992)을 사용하였다.

## 2. 육상 곤충상

곤충류는 Sweeping, 털어잡기, Cup-trap의 방법을 주로 사용하여 조사하였으며 조사시기는 8월 22~23일, 9월 5일, 9월 25~26일에 실시하였다. 신생 골프장 B의 경우, 곤충류는 조성된 골프 코스의 다양한 지역, 즉 사업지구내 원형 보전지(갈대군락), 골프코스(Green, Rough, Pond), 골프장 내 초화 식재 지역(사면)과 대조구로서 코스가 조성되기 전과 유사한 인근 폐경지 및 농경지 등에서 sweeping과 털어잡기로 채집하였으며 각 지역별로 채집된 곤충상을 비교하였다. 운영중인 골프장 A, C의 경우, 골프장 내·외의 원형 보존 지역에 서식하는 곤충상의 일정 분류군 조사를 위해 Cup-trap을 사용하였다. 사용된 컵은 직경 8cm, 높이 11cm인 종이컵이었으며 유인물은 썩은 오징어와 번데기였다. 조사지점 당 10개의 컵을 2~3m 간격으로 지표면과 평행하게 묻어서 설치하였다. Cup-trap의 유인 시간은 골프장 A가 10시간, 골프장 C가 17시간이었다. 동정이 안 된 종은 sp로 처리하였다. 골프장 내·외에서 조사된 종들의 종수와 개체수를 토대로 다양도 지수, 균등도 지수를 산출하여 분석을 시도하였다. 채집시간, 채집시기가 제한적이고 계절 조사를 실시하지 않아 종수가 적게 나오고 조사 지역의 전반적인 곤충상을 반영할 수 없으나 골프장의 생태계 현황 및 영향을 비교적으로 분석하는 데 유용할 것으로 판단하였다.

# 결과 및 고찰

## 1. 식생

A 골프장의 경우, A1은 골프장 경계 밖의 원형 보존 지역의 식생을 나타내며, A2와 A3는 골프장 내 원형 보존 지역의 식생을 나타낸다. 골프장 내 원형 보존 지역의 식생은 비슷한 패턴을 보이나 골프장 밖의 식생은 다름을 알 수 있다. 실제 A1의 경우, 경사도가 40도 정도 되는 급경사지이므로 토양의 유기물이 풍부할지라도 하층 초본류의 발달이 A2와 A3보다 적었다. A1의 경우 교목층의 수목종이 A2와 A3보다 다양하고 대경목이며 아교목층과 관목층이 발달하였다. A 골프장의 경우, 골프장 주변의 식생이 양호하고 A2는 주변의 생태계와 근접하여(약 70m) 이격되어 있고 A3의 경우는 골프장 중앙에 위치하지만 면적이 충분히 확보되어 내부의 식생이 잘 유지되었기 때문에 식생의 패턴이 서로 비슷한 것으로 판단된다. 즉 골프장 내 원형 보전 지역을 설치할 경우 patch 형태의 보존 지역은 서로 연결시켜 주고 주변의 식생과 연계성을 유지할 필요가 있으며, 골프장 내에 설치할 경우는 서식 공간을 충분히 확보하여 원래의 식생을 유지하게 하는 것이 생태계를 고려한 골프장일 것이다.

B 골프장의 경우, 원형 보존 지역 B1과 B2가 가까운 상관을 보이고 있는데 이는 식생이 전반적으로 비슷하고 골프장이 건설된 지 얼마 되지 않아서 기존의 식생이 그대로 유지되었기 때문으로 판단된다. 식생은 원형 보존 지역이 소나무군락이며 주변의 식생도 소나무군락이 대부분이었다. 하층 식생은 참나무류를 우점으로 하는 활엽수들이 발달하고 있어 천이가 진행 중이었다(Table 2). 소나무림 내 2곳의 방형구 조사에서 목본류 20종, 초본류 21종이 발견되었으며, 소나무군락의 식생은 조사지점에 관계없이 출현한 종의 분포가 비슷하였다. 방형구 내 교목수는 평균 30개 정도이며 흉고 직경은 14~22cm 정도였다.

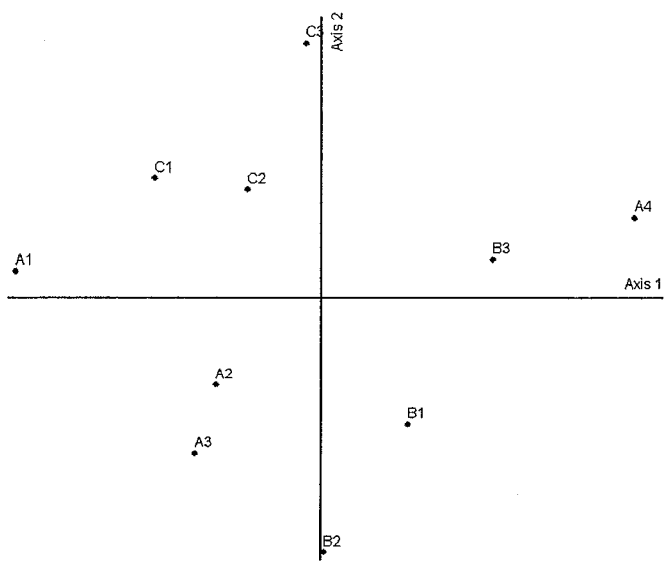


Fig. 1. An indirect quadrat ordination diagram showing plots of vegetation of investigation sites in each golf course(A, B, and C indicate golf courses. Arabic numbers denote investigation sites in Table 1).

골프장 조성으로 인하여 침입종들이 골프장 경계에서 번식하였다. 골프장의 러프와 경계부 가장자리의 침입종을 조사한 결과 산림의 식생과 다른 패턴을 보여 주었다. 즉 외부로부터 침입한 양지성 종들이 출현하였다. 골프장의 잔디와 보존지역 사이에는 외래종들이 침입하여 번성할 가능성이 있다. Fig. 1의 분석에 의하면 B3와 A4의 경우, 골프장의 러프와 경계부 가장자리의 침입종을 조사한 결과로서 산림의 식생과 다른 패턴을 보여 주고 있다. B의 경우, 외부로부터 침입한 양지성 종들이 출현하고 있으며 B3가 A4보다 출현종이 많았다. 골프장의 잔디와 보존지역 사이에는 외래종들이 침입하여 번성할 가능성이 있으므로 종의 다양성이 적절히 유지되도록 관리가 요구된다. 경계지역(B3)에서는 목본류 10종과 초본류 26종(침입종 19종)이 조사되었다(Table 3).

**Table 2.** Vegetation table of the plant communities in the investigation sites

a. *Pinus densiflora*, b. *Pinus rigidata*, c. *Quercus variabilis*, d. *Quercus mongolica*, e. *Quercus acutissima*

| **Community type :** | a | | b | | c | | d | | e | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Serial number | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Survey numbe | 1 | 6 | 8 | 9 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 7 |
| Golf course | Ac | B1 | C1 | C2 | Ac | A1 | A2 | A3 | C3 | B3 |
| Quardrat size (m) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 25 |
| Direction | SE30 | SE80 | E | SW70 | SE30 | SW20 | NW70 | NE45 | NW80 | NE25 |
| Slope degree (°) | 25 | 20 | 18 | 25 | 19 | 45 | 30 | 30 | 12 | 50 |
| Height of tree 1 layer (m) | 10 | 12 | 13 | 11 | 13 | 15 | 12 | 15 | 15 | – |
| Coverage of tree 1 layer (%) | 90 | 90 | 85 | 85 | 90 | 90 | 85 | 85 | 85 | 20 |
| Coverage of tree 2 layer (%) | 10 | 50 | 50 | 40 | 40 | 50 | 60 | 30 | 40 | – |
| Coverage of shrub layer (%) | 70 | 70 | 60 | 60 | 60 | 70 | 60 | 70 | 60 | 50 |
| Coverage of herb layer (%) | 50 | 60 | 20 | 60 | 50 | 60 | 60 | 50 | 90 | 80 |
| Number of species | 34 | 31 | 25 | 19 | 28 | 22 | 32 | 23 | 24 | 36 |

* The number in the golf course indicates an investigate site as shown in Table 1.
* Ac denotes a comparative site of vegetation in golf course A.

| **Differential species of community:** | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pinus densiflora* | 4.4 | 5.5 | 2.2 | 1.1 | 2.2 | | 1.1 | + | | |
| *Quercus serrata* | 1.1 | 1.1 | + | 2.2 | 1.1 | | | 1.1 | | + |
| *Carex humilis* | 1.1 | 2.2 | + | + | 1.1 | + | 1.1 | | | + |
| *Pinus rigidata* | | | 3.3 | 3.3 | | | | | | |
| *Prunus sargentii* | + | | 2.2 | 2.1 | + | + | + | + | 1.1 | |
| *Quercus variabilis* | | 2.1 | | + | 3.3 | 3.3 | 1.1 | | | |
| *Quercus mongolica* | 2.2 | 2.1 | 1.1 | 2.2 | 1.1 | 2.2 | 4.4 | 4.4 | 2.1 | |
| *Lindera obtusiloba* | | + | + | | + | 3.3 | 2.2 | 1.1 | | |
| *Styrax obassia* | | | | | | 1.1 | 2.2 | 1.1 | | |
| *Viburnum erosum* | | | | | | | 1.1 | 2.1 | | |
| *Symplocos chinensis* for. *pilosa* | | | | | | | + | 1.1 | | |
| *Quercus acutissima* | 2.2 | | 1.1 | | + | | | | 3.3 | |
| **Companions:** | | | | | | | | | | |
| *Alnus hirsuta* | | | | + | | + | + | + | 1.1 | + |
| *Sorbus alnifolia* | | | | | | | | + | + | |
| *Quercus aliena* | + | + | + | | + | 1.1 | | | | |
| *Quercus dentata* | | + | | | | + | | | | |

Table 2. Continued

a. *Pinus densiflora*, b. *Pinus rigidata*, c. *Quercus variabilis*, d. *Quercus mongolica*, e. *Quercus acutissima*

| **Community type :** | a | | b | | c | | d | | e | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Robina pseudo-acacia* | | + | | | | | | | | + |
| *Fraxinus rhynchophylla* | + | + | | | | 2.1 | + | | + | |
| *Corylus heterophylla* | 1.1 | | | | 1.1 | + | | | | |
| *Pueraria thunbergiana* | 1.1 | | | | | | | + | + | |
| *Rhododendron schlippenbachii* | 3.3 | | | | 3.3 | | | | + | + |
| *Rhododendron mucronulatum* | + | + | | | | | + | | | + |
| *Rhus trichocarpa* | | 1.1 | + | | + | | | 2.2 | | + |
| *Clerodeudron trichotomum* | + | | + | 3.3 | | | | | 3.3 | 1.1 |
| *Zanthoxylum schinifolium* | + | 1.1 | + | + | | + | | + | | + |
| *Stephanandra incisa* | | | | | | + | | 3.3 | | |
| *Lespedeza maximowiczii* | | | + | | | 3.3 | + | | | |
| *Lespedeza bicola* | | | | | + | + | | | | |
| *Juniperus rigida* | | | + | 2.1 | + | | | | | |
| *Callicarpa japonica* | | | | + | | + | | 1.1 | | |
| *Artemisia keiskeana* | 2.2 | + | | | 2.1 | | 1.1 | | | |
| *Artemisia stolonifera* | | | | | | | + | | | + |
| *Artemisia princeps* var. *orientalis* | | | | | | | + | | | 1.1 |
| *Oplismenos undulatifolius* | | 1.1 | + | + | | + | + | | | + |
| *Disporum smilacinum* | + | + | | | + | | + | 1.1 | | |
| *Polygoratum odoratum* var. *pluriflorum* | | + | + | | 1.1 | + | + | + | | |
| *Athyrium yokoscense* | 1.1 | + | | | + | | + | + | 1.1 | |
| *Pyrola japonica* | + | + | | | + | | + | 1.1 | | |
| *Smilax china* | + | + | | | | | | | | + |
| *Smilax sieboldii* | + | | + | | + | | 1.1 | + | | + |
| *Parthenocis sus tricuspidata* | | + | | | | | | | 3.3 | |
| *Cocculus trilobus* | | | + | | | | | | + | |
| *Rubus crataegifolius* | + | | + | + | + | | + | | 1.1 | |
| *Smilax riparia* var. *ussuriensis* | + | | + | | | | | | + | |
| *Isodon japonicus* | + | + | | | + | | | | + | |
| *Spodiopogon sibiricus* | + | + | | + | + | | | | | 1.1 |
| *Liriope platyphylla* | + | | + | | | | | | + | |
| *Carex ciliato-marginata* | | | | | | | + | + | | |
| *Calamagrostis arundinacea* | + | + | + | + | + | + | 1.1 | | | |
| *Aster scaber* | + | 1.1 | | | + | + | | | | + |
| *Hemerocallis fulva* | + | | | | + | | + | + | + | |

**Other species which belong to each survey number:**

Number 1: *Viburnum dilatatum, Kalopanax pictus, Aster tataricus, Viola rossii;* Number 2: *Potentilla fragarioides;* Number 3: *Petasites japonicus, Deutzia prunifolia(1.1), Smilax nipponica, Arundinella hirta, Acer palmatum;* Number 4: *Viola acuminata, Syneilesis palmata;* Number 5: *Potentilla fragarioides;* Number 6: *Dioscorea quinqueloba, Peucedanum terabinthaceum, Cerastrus orbiculatus, Solidago virga-aurea* var. *asiatica;* Number 7: *Erigeron bonariensis, Commelina communis, Chenopodium album* var. *centrorubrum, Melandryum firmum, Setaria viridis, Patrinia villosa, Youngia sonchifolia, Corpinus coreana, Fraxinus sieboldiana, Chrysanthemum boreale, Convallaria keiskei, Davallia mariesii, Humulus japonicus(1.1), Rubus oldhamii, Viola dissecta* var. *chaerophylloides, Echinochloa crus-galli, Digitaria sanguinalis(1.1), Cyperus amuricus, Miscanthus sinensis;* Number 8: *Cornus controversa, Styrax japonica(2.2), Ginkgo biloba;* Number 9: *Clematis brachyura, Rhus chinensis;* Number 10: *Lingustrum optusifolium(1.1), Impatiens textori(2.1), Osmunda japonica, Phryma leptostachya* var. *asiatica, Betula schnidtii(2.1), Vitis amurensis(1.1)*

**Table 3.** Plant species appearing at the border between a slope and rough as well as on the slope in the golf course B

| Species on the slope | Intruders at the border |
|---|---|
| *Alnus hirsuta, Robinia pseudo-acacia, Zanthoxylum schinifolium, Rhododendron mucronulatum, Rhus trichocarpa, Quercus serrata, Carpinus laxiflora, Rhododendron schlippenbachii, Fraxinus sieboldiana, Viola dissecta* var. *chaerophylloides, Spodiopogon sibiricus, Aster scaber, Davallia mariesii, Oplismenus undulatifolius, Artemisia stolonifera, Convallaria keiskei, Carex quadriflora* | *Clerodendron trichotomum, Robus hongnoensis, Smilax sieboldii, Smilax china, Humulus japonicus, Echinochloa crus-galli, Digitaria sanguinalis, Miscanthus sinensis, Erigeron bonariensis, Commelina communis, Artemisia princeps* var. *orientalis, Chrysanthemum boreale, Cyperus amuricus, Chenopodium album* var. *centrorubrum, Melandryum firmum, Setaria viridis, Stellaria media, Patrinia villosa, Youngia sonchifolia* |

**Fig. 2** . A golf course with conserved areas (*Pinus densiflora*, *Phragmites communis* community) in the golf course B.

C1(4,200m$^2$)과 C2(56,000m$^2$)는 면적이 다른 원형 보존 지역의 조사 지점이지만 조사 지역이 수림의 사면으로 식생의 패턴이 비슷하다고 볼 수 있다. 즉 C 골프장의 경우, 원형 보존 지역의 면적에 따라 식생의 패턴이 크게 다르지 않았다. 이는 조사 지역이 오래된 골프장이며 비슷한 서식 환경에서 비슷한 식생이 형성된 것 때문일 수 있다. 반면 조사 지역 C3의 경우, C2와 같은 원형 보존 지역이지만 골짜기에 형성된 식생으로 상기 두 지역과 다르게 활엽수림이 발달하고 있으며 초본류의 종 분포와 피도 등이 다름을 알 수 있다. 식생의 상관은 골프장의 원형 보존 지역의 면적과 관계가 있는 것보다 식생이 분포하는 서식지에 따라 다름을 알 수 있다. 같은 지역이라도 사면과 골짜기에 따라 종의 분포와 종수가 상이하였다(Table 2). 이것은 종 다양성 측면에서 바람직하며 이는 원형 보존 지역을 충분히 확보한 때문인 것으로 판단된다. 따라서 Fig. 2와 같이 골프장 조성시 원형 보존 지역을 가급적 충분히 확보하여 주변의 생태계와 연결성 및 동물상의 서식지로서 역할이 가능하도록 면적을 확보할 때 골프장 내 종의 다양성을 유지할 수 있다.

Table 4. Species richness of insects captured at various habitats in the golf course B*

| Habitat | 1 | 2 | 3 | | | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | a | b | c | | |
| Number of species (%) | 116 (100) | 72 (62) | 6 (5) | 10 (9) | 21 (23) | 55 (47) | 87 (75) |

* 1. An abandoned paddy field in the similar condition as prior to golf course development near the golf course.
2. Conserved area within the golf course (*Phragmites communis* community).
3. Golf course [a: Green b: Rough, c: Pond].
4. Flowers planted on a slope in the golf course.
5. An abandoned field separated about 1 km to the north direction from the golf course.

## 2. 육상 곤충상(Sweeping 및 털어잡기 법)

육상 곤충상의 경우, 골프장 B의 골프 코스에서는 제한된 종만이 발견되었고, 기존에 갈대가 서식하던 지역과 골프장 외부의 폐논 경지에는 다양한 종들이 출현하였다(Table 4). 이는 골프장 조성으로 인하여 폐논 경지와 묵밭에 서식하던 곤충들의 서식지가 훼손되어 사라졌기 때문일 것이다. 즉 원래 골프 코스 조성 이전의 서식지에서 116종이 채집되었으나 골프장이 조성되므로 인하여 종 풍부도가 급격히 감소하였다. 골프 코스의 경우, 잔디로 조성된 그린과 페어웨이는 90% 이상이 감소하였고 pond의 경우 77%가 감소하였다. 골프 코스 내 법면 녹화 지역과 남겨진 갈대군락은 초화류의 식재와 고립된 영향으로 인하여 45%와 38% 감소로 골프 코스에 비해 영향이 적었다. 한편, 골프장 내 증가하는 종은 포식성인 잠자리목으로 pond의 조성으로 인한 유충의 서식 공간의 증가로 인한 영향으로 사료되며, 주로 유충시기가 정수성인 잠자리류의 개체는 증가하였으나, 계류성 잠자리류와 수생식물의 줄기에 알을 산란하는 실잠자리류는 출현하지 않았다.

골프 코스 중에 초본류가 많이 분포하는 지역인 pond, 법변, 갈대 서식지에는 식이 곤충의 종이 다양하게 분포할 것으로 예상되고 곤충을 선호하는 양서류와 조류들이 도입될 가능성이 있다. 이러한 지역에서는 원래 초본류들이 많은 지역(묵밭, 습지 등)에 서식하는 곤충류가 서식할 수 있는 여건을 조성해 줄 필요가 있다. 원래 골프장 지역에 서식하던 종들을 수변부나 여유 공간에 조성해 주는 것이 바람직하다. 골프 코스에서 곤충 종수가 적게 발견되는 것은 먹이식물인 식초의 단편화(잔디류)와 잔디 깎기로 인한 곤충의 활동공간(먹이활동, 은신처, 산란지 등)의 소실로 인해 발생하는 식식성(메뚜기목, 나비목, 파리목, 매미목 등) 곤충류의 감소 원인으로 인한 포식성 곤충(잠바리목, 딱정벌레목, 벌목, 파리매과, 사마귀목), 1차 기생성 곤충(고치벌과, 맵시벌과, 기생파리과 등), 2차 기생성 곤충(좀벌과)의 연차적 감소 원인의 결과이다. 이러한 경우 이들 각 곤충 종을 먹이로 하던 양서류와 조류들도 함께 사라져 종의 구성이나 다양성이 감소하게 될 것이다.

골프 코스는 비행성 포식 곤충인 잠자리목의 영역권으로 이용되며, 초화류 식재 지역은 흡밀성 곤충의 먹이 활동을 위한 공간으로 활용되고 있으나, 초화류가 대부분 외래종으로 유충의 먹이 식물은 빈약한 편이다. 이러한 생태계의 변화를 극복하기 위하여 골프 코스를 제외한 지역은 자연 수종의 초화류와 목본류의 적절한 식재 방안 마련, 훼손된 서식지를 대체하거나, 기존의 사라진 종들은 인근 지

역으로부터 이주시켜 복원할 필요가 있다. 특히 곤충과 양서·파충류들은 수계를 중심으로 서식지를 형성하고 있으므로 골프장 입지 선정시 수계와 산림이 자연상태로 연계되도록 하고 코스 설계시 이를 반영할 필요가 있다.

또한, 정수지역에 산란하는 잠자리류(동종 포식성으로 다른 종의 먹이가 없어도 번식 가능함)는 증가하는 반면, 계류성 잠자리류와 수생식물의 줄기에 산란하는 실잠자리류는 감소하는 경향을 보이고 있어, 골프장 pond 조성에 있어 계류와의 연계성이 오염되지 않도록 설계가 요구된다.

## 3. 육상 곤충상(Cup-trap 법)

산림지역에 조성된 골프장의 경우 골프장 원형 보존 지역의 육상 곤충상을 생태계의 지표로 선정하여 야간에 Cup-trap을 이용하여 육식성의 곤충을 채집하였다. 두 곳의 서로 다른 지역에 위치한 골프장에서 채집된 종수는 4~9종이었으며 먼지벌레과가 대부분이었다(Table 5). 골프장 C의 경우, 골프장 A보다는 상대적으로 저지대에 위치하고 있어 먼지벌레과의 출현 개체수가 상당히 높은 편인 반면, 골프장 A는 먼지벌레과의 출현개체수는 낮으나, 딱정벌레과의 출현을 보이고 있어 고도적인 차이를 보이는 것으로 보이며, 반면 골프장 A 내부의 원형 보존 지역에서는 딱정벌레과의 출현이 없는 것으로 조사되었다. 현지 조사 시기가 9월로 인한 계절적인 영향이 가장 큰 것으로 보인다. 국내에서 연구·발표된 사례중 딱정벌레목 군집에 관한 조사에서 9월은 멋쟁이딱정벌레는 증가하나 모든 종의 개체수와 종수는 7월 이후 급격히 감소해 연중 9월 이후가 가장 낮게 나타났다(김 과 김, 2000). 길쭉먼지벌레과는 9월에 저고도에서의 출현개체수가 많으며, 6월과 8월에 비해 개체수는 현저히 감소하는 결과를 보인다(Park *et. al.,* 1996). 봉래산의 갑충류에 대한 조사에서 6월 19종 312개체, 9월 15종 252개체, 10월 7종 38개체로 8월 이후 감소하는 양상을 보인다(문과 도, 2000). 봉래산의 경우 9월은 딱정벌레과 3종 113개체, 먼지벌레과 3종 9개체로 딱정벌레과의 개체수가 가장 높은 것으로 나타나 있다.

딱정벌레목에 대해서는 시기별, 고도별 출현종수와 개체수에서 많은 차이를 보이고 있어, 향후 지속적인 연구가 수행되어야 골프장으로 인한 지표성 딱정벌레목의 종다양성 감소 현상 여부에 대한 적절한 유추를 할 수 있을 것으로 판단된다.

골프장 A의 경우 종수와 개체수가 원형 보존 지역의 면적에 따라 차이가 있었다. 면적이 더 큰 1, 3번에서 2번보다 더 많은 종수와 개체수가 채집되었다. 이것은 먼지벌레의 이동 특성상 골프코스로 단절된 면적이 좁은 지역에서 외부의 영향을 쉽게 받았기 때문에 2번 지역에서 개체수가 더 감소되었을 것으로 생각된다. 다양도 지수는 골프장 외부 지역이 내부 지역보다 더 높게 나타났다. 반면 균등도 지수는 종의 개체수가 고르게 분포된 2지역에서 높게 나타났다(Table 5).

골프장 C의 경우, 2곳의 조사지역이 외부와 완전히 단절되지 않은 원형 보존 지역이며 면적이 큰 2지역에서 더 많은 종수가 채집되었으나, 개체수는 양쪽이 비슷하였다. 즉, 종수는 면적에 어느 정도 영향을 받지만, 먼지벌레가 대부분인 개체수는 큰 영향을 받지 않았다. 먼지벌레의 경우, 원형 보존 지역이 이동을 단절하지 않으며 서식공간의 크기에 영향을 받지 않을 정도로 안정된 상태를 이루고 있음을 알 수 있다. 다양도 지수와 균등도 지수는 면적이 넓은 지역이 더 높았다(Table 5).

결론적으로, 동물상 먹이사슬의 하위구조인 곤충상의 조사 결과를 토대로 볼 때 원형 보존 지역의 생태계를 유지하기 위해서는 야생동물의 이동이 원활할 수 있도록 외부의 생태계와 연계성이 필요하고

**Table 5.** Species composition of terrestrial insects captured by a cup-trap method in conserved sites of golf courses

| Texa | Korean name | Golf course A | | | Golf course C | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1[a] | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Orthotera | 메뚜기目 | | | | | |
| Rhaphidophoridae | 꼽등이科 | | | | | |
| *Diestrammena apicalis* Brunner | 꼽등이 | 2 | 2 | - | - | 2 |
| Hemiptera | 노린재目 | | | | | |
| Cydnidae | 땅노린재科 | | | | | |
| *Macroscytus japonensis* Scott | 땅노린재 | - | - | 3 | 3 | 25 |
| Coleoptera | 딱정벌레目 | | | | | |
| Carabidae | 딱정벌레科 | | | | | |
| *Carabus sterbbergi sternbergi* Roeschke | 우리딱정벌레 | 1 | - | - | - | - |
| *Carabidae larva* | 딱정벌레유충 | 1 | - | - | - | - |
| Harpalidae | 먼지벌레科 | | | | | |
| *Pterostichus* sp.1 | 길쭉먼지벌레 sp.1 | 1 | - | - | - | - |
| *Pterostichus* sp.2 | 길쭉먼지벌레 sp.2 | 3 | - | - | - | - |
| *Synuchus (Synuchus) congruus* (Morawitz) | 애칠납작먼지벌레 | 16 | 27 | 78 | 209 | 185 |
| *Synuchus (Synuchus) cycloderus* (Bates) | 붉은칠납작먼지벌레 | 78 | 43 | 13 | 58 | 53 |
| *Synuchus (Synuchus) melantho* (Bates) | 검정칠납작먼지벌레 | 16 | 15 | 40 | 57 | 28 |
| *Dolichus halensis* (Schaller) | 등빨간먼지벌레 | - | - | 1 | - | - |
| *Pheropsophus jessoensis* Morawitz | 폭탄먼지벌레 | 4 | - | - | - | - |
| *Harpalidae* sp.1 | 먼지벌레과 sp.1 | - | - | 1 | - | - |
| *Harpalidae* sp.2 | 먼지벌레과 sp.2 | - | - | - | - | 1 |
| *Harpalidae* sp.3 | 먼지벌레과 sp.3 | - | - | - | - | 1 |
| **Total species number(S)** | | **9** | **4** | **6** | **4** | **7** |
| **Total individual number(ΣN)** | | **138** | **87** | **136** | **327** | **295** |
| **Diversity index[-Σ(ni/N) · ln(ni/N)]** | | **1.18** | **1.09** | **1.06** | **0.94** | **1.10** |
| **Evenness index(H'/lnS)** | | **0.54** | **0.78** | **0.59** | **0.68** | **0.56** |

* a. Refer to Table 1.

* This result was obtained by the investigation carried out at september 25~26. The size of the cup used in this study 8 cm diameter and 11 cm height. The bait was decayed squid and pupa. Ten cups at each investigation site were buried parallel to the surface of ground with 2~3m intervals. The duration of capture was 10 hrs for golf course A and 17hrs for golf course C including night. Unidentified species was denoted by sp.

Fig. 2와 같이 골프장 내에 보존지역을 조성할 경우 충분히 넓은 면적을 확보하는 것이 환경적으로 건전한 골프장 조성을 위해 바람직할 것으로 판단된다. 이를 위해 우리나라와 같이 이용 면적이 협소한 경우 골프 코스 집약적인 골프장 개발을 지양하고 홀수를 최소화하여 골프장이 자연환경을 지속적으로 훼손시키는 것이 아니라 원래의 자연환경 속에 골프장이 동화되도록 조성되어야 한다.

## 결 론

골프장 건설과 관련된 규제 완화로 인하여 골프장 증설이 가속화될 추세이다. 국내 골프장 조성이

주로 산지에서 이루어지므로 자연생태계에 부정적인 영향을 준다. 생태계의 영향을 평가하는 항목 중 생물 다양성에 대한 평가가 중요한 요소이나 아직 국내에서는 이에 대한 조사 및 영향 예측이 실시되지 않고 있다. 골프장 건설과 같이 자연생태계를 훼손하는 사업의 경우 지역 생물 다양성에 어떤 영향을 미칠 것인지에 대한 질문이 생태계에 미치는 영향을 평가하는 데 중요한 요소가 될 수 있다. 본 연구는 골프장 건설이 식물상과 곤충상에서 다양성이 감소하는 방향으로 영향을 준다는 사례를 보여 주고 있다. 식생의 경우, 원형 보존 지역의 크기보다는 지형 분포 및 골프장 서식지에 따라 상관에 차이가 있었다. 훼손된 사면에 외래종을 도입하거나 새로운 침입종들이 출현하여 종 풍부도에 변화를 초래하였다. 곤충상의 경우, 제한된 연구 결과이긴 하나 원형 보전 지역의 면적, 즉 인간의 간섭 정도 및 외부와의 이격거리에 따라 딱정벌레목의 출현에 차이가 있었다. 신설 골프장의 경우 사업지구 밖의 서식지에 비해 골프장 내 서식지에서 종의 다양성이 현저히 감소하였다. 골프장 내 곤충상의 감소는 조류 · 양서 · 파충류 등 상위 분류군들의 분포에도 영향을 줄 것으로 예상된다. 본 조사 결과를 토대로 볼 때 골프장의 생물 다양성을 유지하기 위해서는 골프 코스 외의 지역, 즉 보존 공간, 러프, 사면 등을 최대한 생물 서식 공간으로 확보하고, 골프장 내 원형 보존 지역을 동물이 서식하도록 충분한 크기의 patch로 확보하여 야생 동물의 이동 및 외부 생태계와 연결이 가능하도록 한다. 특히 수도권 주변에 골프장이 집중함에 따라 생태계의 파편화가 가속화되는데 골프장이 동식물의 서식 공간으로 역할을 하도록 조성될 경우 고유종을 비롯한 다양한 생물이 유입될 수 있으며 종의 보존 및 경관 다양성의 창출에도 기여할 수 있다.

## 사 사

본 연구의 곤충상 조사를 위해 수고해 주신 대지 티아이에이(주)의 심명호 차장에게 감사를 드립니다.

## 인용문헌

국무조정실. 2004. 규제개혁 전략과제 개선사례 p. 382.

권영한, 김지영, 노태호, 송영일, 박재홍, 전영철. 2002. 골프장 건설시 환경영향 및 평가방안. KEI 정책보고서. 101pp.

권영한, 노태호, 이성진, 박재홍, 심명호. 2003. 골프장 운영시 생태계에 미치는 영향분석. KEI 정책보고서. 131pp.

권영한, 노태호. 2003. 골프장 건설시 생태계에 미치는 영향분석. 한국잔디학회지 17: 99-113.

김원택, 김상법. 2000. 한라산 딱정벌레 군집에 관한 조사. I. 5.16 도로변을 중심으로 한 딱정벌레상과의 시공간 변동. 제주생명과학연구 3(3): 103-116.

문광부. 2004. 골프장 건설규제 개선방안(보도자료). p. 10.

문태영, 도윤호. 2000. 영도 봉래산의 지표보행성 갑충군의 분류학적 다양성과 생태학적 평가. 고신대학교 보건과학연구소 제 10집, pp. 85-92.

한국골프경영협회. 2005. 전국골프장현황. http://www.kgba.co.kr

Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. Wien, 865pp.

Gange, A. C., D. E. Lindsay and J. M. Schofield. 2003. The ecology of golf courses. Biologist 50(2): 63-68.
Kent, M. and P. Coker. 1992. Vegetation description and analysis. 363pp. CRC press, Boca Raton, Florida.
Park, J. K., Y. J. Kwon and S. J. Suh. 1996. Population dynamics of the genus Pteostichus (Coleoptera, Harpalidae). Agricultural Research Bulletin Kyungpook National University 14(12): 77-84.
Tanner, R. A. and A. C. Gange. 2005. Effects of golf courses on local biodiversity. Landscape and Urban Planning 71: 137-146.

## 요 약

생물 다양성은 생태계 영향 평가의 중요한 항목이나 국내에서는 아직 평가에 도입되지 않고 있다. 최근 골프장 건설이 증가하고 있으나 사업 시행으로 인하여 지역 생물 다양성에 미치는 영향 여부에 대한 연구가 시도된 바 없다. 본 연구에서는 3곳의 운영중인 골프장에서 식생의 상관과 곤충상에 대한 종의 변화를 조사하였다. 식생의 경우, 보존지역의 크기보다 지형 분포 및 골프장 서식지별로 연관성이 있었다. 사면에 외래종을 식재하거나 새로운 침입종들이 출현하여 종 분포에 변화를 초래하였다. 곤충상의 경우 제한된 연구 결과이긴 하나 원형 보전 지역의 면적, 즉 인간의 간섭 정도 및 외부와의 이격거리에 따라 딱정벌레목의 종 출현과 밀도에 차이가 있었다. 신설 골프장의 경우, 사업 지구 밖의 서식지에 비해 골프장 내 서식지에서 종의 다양성이 현저히 감소하였다. 골프장 내 곤충상의 감소는 조류, 양서파충류 등 상위 분류군들의 분포에도 영향을 줄 것으로 예상된다. 본 조사 결과를 토대로 볼 때 골프장의 생물 다양성을 유지하기 위해서는 골프 코스 외의 지역, 즉 보존 공간, 러프, 사면 등을 최대한 생물 서식 공간으로 확보하고, 골프장 내 원형 보존 지역을 동물이 서식하도록 충분한 크기의 patch로 확보하여 야생동물의 이동 및 외부 생태계와 연결이 가능하도록 할 필요가 있다. 향후 생물 다양성에 대한 추가적인 연구를 통하여 골프장이 다양한 생물의 서식 공간으로 역할을 할 수 있는지 지속적인 조사가 필요하다.

검색어 : 골프장, 생물 다양성, 생태계 영향 평가