
リゾート開発における環境保全技術

Environmental Preservation Techniques in Resort Development

堺 信介(Shinsuke Sakai) 高祖 恒雄(Tsuneo Koso) 川添 順風(Jumpu Kawazoe)

要旨：

近年、川崎製鉄が参画した3件のゴルフ場と1件のスキー場のリゾート開発の中から、景観保全技術の適用例としてフォトモンタージュを用いた白樺林への取付道路の設計、重機を用いた植生移植の積極的採用、根株移植工法による造成法面の早期緑化、ジオテキスタイルによる高盛土の補強、間伐材や植生マットを利用した自然な排水設計、さらにファインセラミックスによる農薬流出防止工などを紹介した。また、これらの開発を通じて環境保全のためには造園学、生態学、人文科学など異なる分野の専門家との共同作業による新しい設計概念すなわち“自然に還元する計画”、“自然に優しい工法”を最大限導入することが設計者、施工者にとって重要な役目であることがわかった。

Synopsis：

This paper is intended to introduce some practical cases of (1) the design of maintenance road leading to the white birch woods using the photo montage technique, (2) adoption of transplantation by heavy equipment, (3) tree planting for slope protection in the early stage of construction by means of stump transplantation method, (4) reinforcement of high embankment by the use of Geotextile, (5) design of natural drainage using lumber from thinning and planting mats, and (6) protection method from the outflow of agricultural chemicals by means of fine ceramics. these measures were actually adopted as environmental conservation methods in the resort projects, i.e. three golf courses and one ski course, in which the authors previously participated. Through these developments the authors have found out that in order to achieve environmental conservation, it is necessary for designers and constructors to incorporate up-to-date design concepts in resort projects, i.e., "the plan to return to nature" and "the nature-friendly method". This is attained through cooperation among various specialists in landscaping, ecology and cultural sciences.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

Environmental Preservation Techniques in Resort Development



堺 信介
Shinsuke Sakai
エンジニアリング事業
部 土木技術部土木技
術室 主査(部長補)



高祖 恒雄
Tsuneo Koso
エンジニアリング事業
部 土木技術部土木技
術室 主査(掛長)



川添 順風
Jumpu Kawazoe
エンジニアリング事業
部 土木技術部土木技
術室 主査(掛長)

要旨

近年、川崎製鉄が参画した3件のゴルフ場と一件のスキー場のリゾート開発の中から、景観保全技術の適用例としてフォトモンタージュを用いた白樺林への取付道路の設計、重機を用いた植生移植の積極的採用、根株移植工法による造成法面の早期緑化、ジオテキスタイルによる高盛土の補強、間伐材や植生マットを利用した自然な排水設計、さらにファインセラミックスによる農薬流出防止工などを紹介した。また、これらの開発を通じて環境保全のためには造園学、生態学、人文科学など異なる分野の専門家との共同作業による新しい設計概念すなわち“自然に還元する計画”、“自然に優しい工法”を最大限導入することが設計者、施工者にとって重要な役目であることがわかった。

Synopsis:

This paper is intended to introduce some practical cases of (1) the design of maintenance road leading to the white birch woods using the photo montage technique, (2) adoption of transplantation by heavy equipment, (3) tree planting for slope protection in the early stage of construction by means of stump transplantation method, (4) reinforcement of high embankment by the use of Geotextile, (5) design of natural drainage using lumber from thinning and planting mats, and (6) protection method from the outflow of agricultural chemicals by means of fine ceramics. These measures were actually adopted as environmental conservation methods in the resort projects, i.e. three golf courses and one ski course, in which the authors previously participated. Through these developments the authors have found out that in order to achieve environmental conservation, it is necessary for designers and constructors to incorporate up-to-date design concepts in resort projects, i.e., “the plan to return to nature” and “the nature-friendly method.” This is attained through cooperation among various specialists in landscaping, ecology and cultural sciences.

1 はじめに

国民の余暇活動拡大に対する願望、地方の活性化に対する熱意が全国的に増大し、リゾート開発が注目され始めたのは1980年頃からである。そして、1987年の「総合保養地域整備法」(リゾート法)の成立を契機として、さらに大きな流れとなっていった。一方、各地でリゾート開発が進むにつれて、当然環境への影響が問題視されるようになり、1984年には「環境影響評価実施要綱」が取りまとめられた。さらに、各自治体では、自然環境保護条例等を策定して、環境の破壊を未然に防止しようとする体制が急速に高まった。

“環境保全技術”という非常に範囲が広く漠然としており、いまだ体系的に整理されていない面があるが、1992年の地球環境サミットを契機として世界的なテーマとなっている。また国内でも、建設省の多自然型河川作りのように、多方面で環境保全、環境創造への挑戦が行われている。このような流れのなかで、当社でもいくつかのリゾート開発事業に、事業者またはそれに近い立場で携わってきたが、常に「環境保全」、「自然との共存」に細かい注意を払い

ながら遂行してきた。

本論文は、最近の主な開発事業の中から、実際に直面した環境問題と対応技術の事例を紹介し、今後の環境保全技術の方向を見出すうえで何らかの指標になることを期待して、とりまとめたものである。

2 当社が携わった主なプロジェクト

Table 1に主な四つのプロジェクトの概要を示す。1987年からスタートした半田リンクスや小海 RE-EX においては、模索を繰り返しながら、設計者のコンセプトおよび関係官庁・地元住民・学識者の環境保全に関するさまざまな要望をクリアーしていった。また、安塚キュービットバレイや最近完成した鷺羽ゴルフ倶楽部の開発では、調査・設計段階より我々自ら、周到に自然との調和を検討し、環境保全のための技術をタイムリーに適用した。

3 環境保全技術の適用例

前項のそれぞれの開発事業では、その地域の特性を考慮した環境影響評価(またはそれに準じる検討)が実施され、その結果をベースにさまざまな環境保全対策が講じられている。それらを大別する

* 平成5年4月14日原稿受付

Table 1 Outline of main resort project

Project name	Developer	Construction period	Area (ha)	Pref.
Handa Links (Golf course)	Kawatetsu Life Corp.	July 87~Sept 88 (14 months)	53	Aichi
Koumi RE-EX (Ski & golf course)	Matsubara Kogen Kaihatsu Corp.	Nov. 87~Dec. 89 (26 months)	222	Nagano
Yasuzuka Cupid Valley (Ski course)	Yasuzuka Sohgo Kaihatsu Corp.	Apr. 90~Dec. 90 (9 months)	217	Niigata
Washu Golf Club (Golf course)	Washu Development Corp.	Aug. 90~Dec. 92 (28 months)	136	Okayama

と、①景観保全、②林地保全、③水質保全、④災害防止等に分類できるが、紙面の都合上、一般の大規模開発と同様な項目は省き、特に重点を置いた技術に焦点を絞って紹介する。

3.1 動植物の生存圏侵害の最少化

3.1.1 白樺美林の保護 (小海 RE-EX)

開発区域内には白樺の美林が点在しており、特に Photo 1 に示す区域は、信州においても稀にみる美林帯を形成していた。そこでまず、白樺林の分布状況を詳細に調査し、それらと干渉する面積を最少にするような平面レイアウトを工夫した。どうしても干渉する地帯は、開発に伴う景観の変化のフォトモンタージュを作成して予測した。その一例として、管理道と白樺林とが交差するエリアの景観を示す (Photo 1)。このような分析に基づいて管理道取付部と白樺林の調和を図り、林縁部の空間移行がスムーズな形態になるよう配慮し、周辺緑化の対策を講じることによって景観保全に努めた。



Photo 1 Photo montage (Koumi RE-EX)

3.1.2 動物の生活圏を配慮したスキーコースレイアウト (安塚キュービットバレイ)

菱ヶ岳中腹より上部一帯には、自然度の高いブナ林やミズナラ林が多く存在する。これら貴重な植生を保護するとともに中小動物の生活圏をおびやかさないことを最重要課題とした。そのため林地開発基準ではコース幅は 50 m まで開発可能であるが、小動物の生活圏を配慮し実際は 30 m~40 m とした。また複数の滑降コースが並

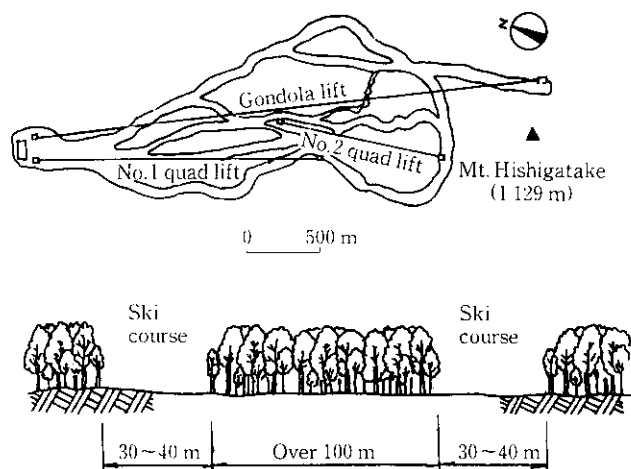


Fig. 1 Ski course design of Yasuzuka Cupid Valley

列して設置される場合は、その間の中央部は最少でも 100 m 幅の残地森林を配置することとした^{1,2)} (Fig. 1)。

3.2 重機移植工法³⁾による植生移植の推進 (鷺羽ゴルフ倶楽部)

気象条件および周辺土壌とのなじみ、景観の連続性等を考えれば、既存木をそのまま移植するのが理想であるが、限られた工期の中で効率よく大きな既存木を移植するのは非常な困難を伴う。そのためこれらを伐採処分し、新しく購入するケースが多い。しかし鷺羽では、別途開発された特殊なアタッチメントを有する重機を用いて、多くの既存木をそのまま移植することに成功した (Photo



Photo 2 Method of transferring by heavy equipment

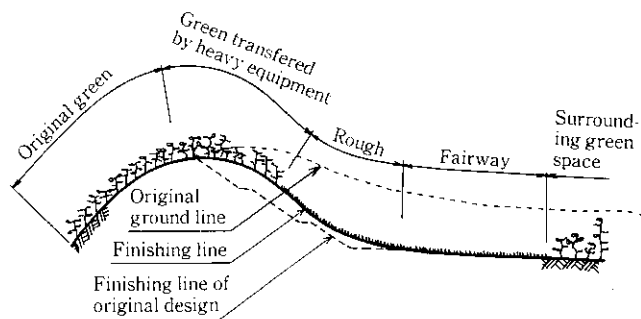


Fig. 2 Design of natural slope of Washu golf club

2)。約5700本の既存木を移植し、活着率は94.5%という目ざましい成果であるが、これは18ホールのゴルフ場としては国内では最大規模の移植量である。また、重機移植工法の採用および法面の造形（ラウンディング）により Fig. 2 に示すように最大限自然に近い姿に仕上げる事ができた。⁴⁾

3.3 造成法面の環境保全—自然の早期回復

3.3.1 岩盤法面への早期緑化（鷺羽ゴルフ倶楽部）

造成面の裸地放置期間を最少にすることは、造成区域および周辺の動植物相を保全するうえで重要である。したがって、たいていの開発事業では、造成の進捗に伴って順次緑化作業に移行するために大きな努力を払っている。しかし法面が岩で覆われている場合の緑化は非常に困難である。従来はネット張り工法や厚層基材を敷設した後に、草本類の種子を吹き付ける等の工法が用いられていたが、確実な早期緑化という面と土壌安定の面で不安定である。そこで、ここでは日本生態学会や日本緑化工学会の学識経験者の指導を受けて「木本類種子吹き付け工法」および「根株移植工法（Fig. 3）」を採用し、早期緑化に成功した。⁴⁾

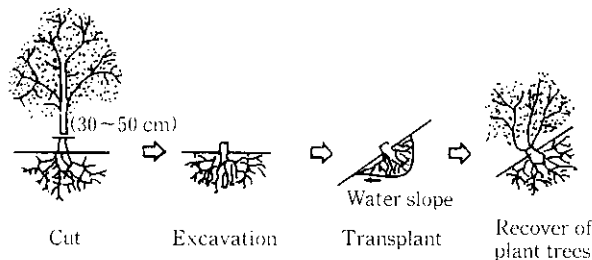


Fig. 3 Transplant to rock wall

3.3.2 高盛土の補強土工法（小海 RE-EX）

この開発区域には、ゴルフ場予定地の中央部に深い沢が2本平行に存在しており、コース設計上この沢の扱いが最大の問題であった。設計では、コースレイアウト上、あえてこの沢を埋め立て、平面的に周辺環境になじませるコンセプトのため、高さ30mを最大とした20m前後の高盛土の構築が随所に発生した。しかし、このエリアの上質は高含水比の火山灰質粘性土で、強度面の信頼性が非常に低く、構造安定計算ではこの土を盛土材料とした場合の限界盛土高は7m~8mであることが判明し、何らかの対策工が必要であった。その対策工の選定においては、構造的な安全性に加えて自然保護という視点からも評価した（自然景観、植生や水質の保全、裸地放置期間短縮）。その結果、この工事に関しては「ポリマーグリットを用いたジオテキスタイルによる補強土工法」が最適であるという結論に達した。これは Fig. 4 に示すように網目状のポリマーグリットを盛土内に一定間隔で敷設する工法で、力学的にはポリマーグリット自体の引張抵抗や土とのインターロッキング作用が法面の安定を増大させる機構になっている。大きな重機を必要とせず、周辺生態系への影響もなく、完成後は自然と変わらない外観を得ることができた（Photo 3）。

3.3.3 法面へのふとんかごの多用

（安塚キュービットバレイ、小海 RE-EX）

法面全体の安定を高め、法尻部の崩壊を防ぐための人工的な構造物（例えばコンクリート擁壁等）は最大限排除し、Photo 4 のような自然石を利用したふとんかごを多用した。ふとんかごは自然との

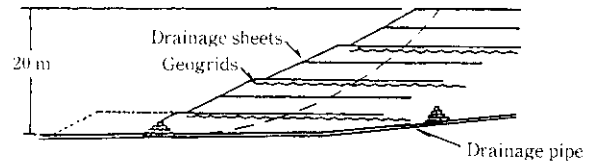


Fig. 4 Typical Geogrid-reinforced embankment



Photo 3 Completed Geogrid-reinforced embankment of Koumi RE-EX



Photo 4 Retaining wall (Gabion)

共存という視点からは、小動物や昆虫の営巣空間を備えた、いわゆる多孔質環境を創出できる優れた構造であるといえる。²⁾

一方、前述のポリマーグリットによる補強土工法や、このふとんかご工法は、他の人工的な構造物との対比では力学的性状を正確に把握しづらいということから、使用に際してちゅうちょされる場合がある。しかし、いろいろな角度からの安全性の検討、さらには重要度に応じた構造物の動態観測の併用等によって、十分使いこなすことが可能である。

3.4 自然な排水施設

（安塚キュービットバレイ、小海 RE-EX）

スキーコースを横切る小さな沢の処理や雨水排水路の敷設では、

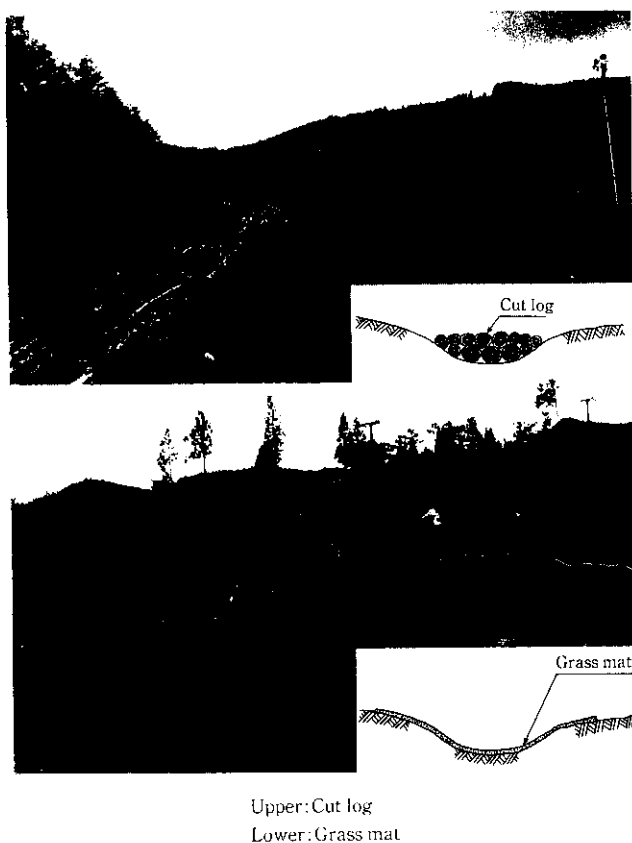


Photo 5 Drainage stream

Photo 5 に示すように林間の間伐材を敷き並べたり、断面の傾斜を緩やかにして植生マットを敷く工法を併用した。

この工法は積雪量が少ない時期に水路部の段差からスキーヤーを守るという目的他に、早期緑化を助長し、小動物の行動経路を中断しないという自然保護の目的をも兼ね備えた工法である。

3.5 農業流出防止システム（鷺羽ゴルフ倶楽部）

鷺羽ゴルフ倶楽部では農薬の使用量を減じるため、砂質土の客土とサンゴ化石等をフェアウェーに使用して土壌改良に力を注ぎ、強い芝を育てることに成功しているが、さらに使用頻度の高いグリーンは農薬の流出防止対策として Fig. 5 に示すようなシステムを導入した。これは、ファインセラミックスを主材とした農薬吸着装置を重要なポイント 2 箇所に設置する 2 段階構えのシステムである。加えて、流末に近い修景池のなかに魚を放流し、常時安全性を確認出来るようになっている。⁴⁾

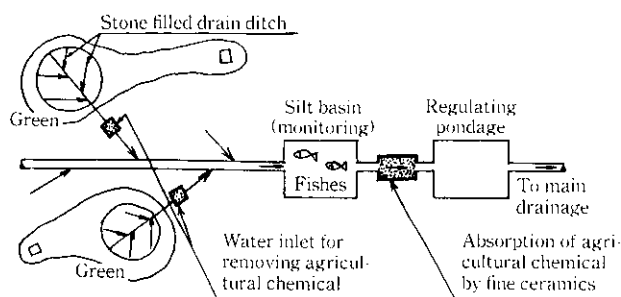


Fig. 5 Agricultural chemical absorption system of Washu golf club

4 まとめ

本論文は、林地開発における環境保全に関し、限られた一面を示したに過ぎないものである。しかし、我々は、そこで直面した環境問題と、それらに対応する検討および対策を実施する過程で“自然との共存”というテーマに対し、以下のような知見を得た。

- (1) 計画および施工法の適用において、総合的な判断を行うためには、土木工学の分野だけでなく、造園学、生態学、人文工学など異なる分野の専門家との共同作業が不可欠である。
- (2) 地域の自然環境を出来るだけ早く、正確に把握することに努め、開発によって生み出される施設を「自然に還元する」ことを基本に計画することが大切である。
- (3) 各地域には、その“自然特性”、“地域特性”に合った技術が存在する。これらを充分考慮して施工計画を立て、施工完了後はその影響、効果を出来るだけ広い範囲にわたって観察することが重要である。
- (4) 自然にやさしい工法は、従来の一般の設計体系や許可基準には明確にされていないものが多い (Fig. 2 および 4, Photo 5)。しかし、それらの力学的安全性など、あらゆる角度から検討をおこない、これらを最大限導入する道を開くことが設計、施工者の重要な役目である。

当社は製鉄所の建設に始まって現在まで、国内・国外で多くの大規模な事業に参画してきたが、我々がここで得た環境保全に関する知識・体験は、今後のさまざまな分野への適用に役立つものと考えている。

最後に、ここで紹介した各事業の遂行にあたり、またこの論文の作成にあたり、多大なる御指導・御協力を頂いた関係者の皆様方に紙面を借りて深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 埼玉県自然環境創造研究会：「自然と共生する環境をめざして」，(1992)
- 2) 土木学会：「エコ・シビルエンジニアリング読本」，土木学会誌，77-9 (1992)
- 3) 建設工法・機材ハンドブック編集委員会：「最新建設工法・機材ハンドブック」，(1985)
- 4) 木田 徹：「ゴルフ場造成における法面の緑化と管理」，ゴルフ場セミナー DELUXE，(1993)