

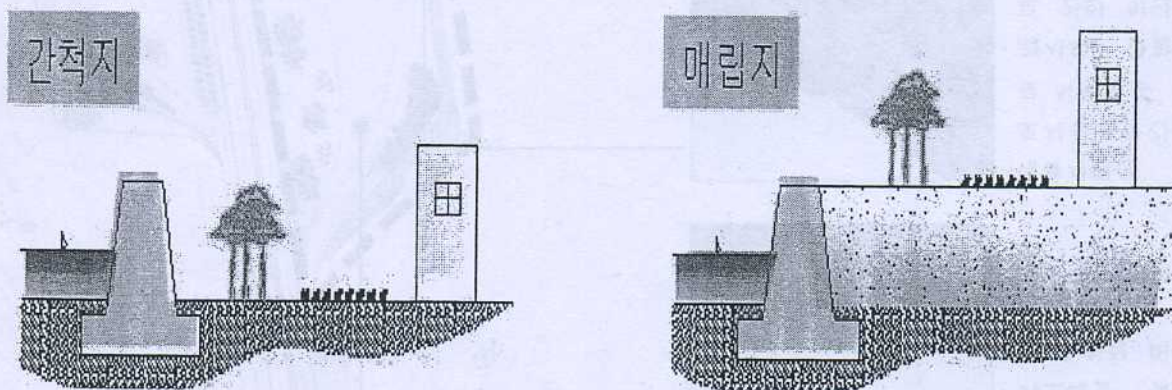
간척지 수목식재 사례 및 식재방법 소개

순천대학교
김도균

1. 간척지 조경식재 필요성 및 실태

가. 간척지

간척지란 바다 또는 호수에 독을 막고, 육지화한 땅을 뜻 한다. 간척지는 간척지와 매립지로 구분될 수 있다. 간척지는 바다에 제방을 설치하고 최고 해수면보다 낮은 위치에 있으며, 바닥을 매립하지 않기 때문에 제방을 제거하게 되면 다시 바다로 전환될 수 있는 것이다. 매립지는 바다에 제방을 설치하고 바닥을 매립하여 섬이나 육지처럼 지반이 높아진 것이다.(김도균, 2007).



출처 : 김도균. 2007. 바다매립지 녹화의 현황과 실태. 조경시공 제29호 74쪽

그림 1. 간척지와 매립지의 개념도

나. 간척지 조경식재의 배경

간척지는 산업화 이후 급증가 하여 왔으며, 최근에는 바다매립지 조성이 대규모화 되고, 토지이용이 고밀도로 이용되고 있다.

간척지는 과거에는 주로 농경지로 이용하기 위하여 조성되어 왔으나 최근에는 농경지 이외에도 도시건설, 주택단지조성, 공업단지조성, 공항, 항만, 쓰레기매립장, 가스저장소 등으로 내륙지방에는 설치하기 어려운 시설들이 대단위로 설치되고 있다.

이러한 간척지는 조성 과정과 조성 이후에 토지이용에 따라 자연환경 및 생태계 파괴로 자연성 매우 낮고, 생물서식공간이 거의 없으며, 생태계가 매우 불안정한 상태이다.



그림 3. 한국의 간척자원도
(출처: 농어촌진흥공사, 1996 p29)

다. 간척지 조경식재의 필요성

이러한 간척지는 주로 인위적 구조물과 시설물들로서 경관이 경직스럽고, 위해스러우며, 자연경관이 없어서 매우 황량하므로 인간정주 생활이 곤란 하다. 그러므로 간척지에서 인간정주 생활의 안정, 쾌적성의 증진, 생물다양성의 증진, 생태계의 안정, 다양한 기능성의 충족을 위하여 조경식재가 필요하다.

라. 간척지 조경식재의 실태

과거의 간척지는 토지이용이 대부분 농경지로 이용하여 조경식재는 거의 전무한 상태였다. 바다매립지에 조경식재는 주로 수목과 초화류를 식재하여 곤충류, 조류, 소동물, 토양동물, 토양미생물 증진 등에 대한 기초 생태계를 형성하는데 많은 역할을 하고 있다. 그러나 녹화방식의 생태복원이 생태계 발전에 얼마나 영향을 미치고 있는지에 대한 정량적 또는 정성적 자료는 찾아보기 어렵기 때문에 과소평가 되고 있는 것이 현실이다.

보다 합리적인 바다매립지에서 환경개선과 생태계 정착을 위하여 바다매립지의 물질순환이 가능하고, 생태계를 안정화를 할 수 있으며, 생물다양성을 유지하고, 각종 환경변화에 적응성이 높은 환경을 조성하고 유지할 수 있는 개념의 조경식재가 필요하다.

2. 간척지 식재 주요 공정 및 세부 공법

가. 바다매립지 환경조사

바다매립지의 조경식재를 위한 현황조사 및 분석은 인문·사회환경 분야, 자연환경 분야, 입지적 분야, 생태적 분야 등이 있다.

인문·사회적 환경분야는 인구, 주거, 경제, 산업, 토지이용, 교통, 문화, 입지적 특성, 접근성 등이 있다. 입지적 분야에서는 바다 매립지가 육지로부터 떨어져 있거나 오지에 위치하여 접근성이 매우 불리하기 때문에 자원, 인력, 예산 등의 투입이 육지 지역 보다는 매우 많이 소요되는 점을 감안하여야 한다.

자연환경분야는 기후, 지형, 지세, 토양, 식생, 동물, 경관, 수리·수문, 수질, 소음, 오염원 등이 있다. 특히 바다매립지는 내륙지방에서 조사하는 내용 이외에도 기후, 토양, 수문, 식생에 대한 분야를 더욱 철저히 조사하여야 한다. 기후는 강우량, 가뭄, 무강우일수, 긴장마일수, 증발산량 등은 최소 40년 이상을 조사하여 그 경향성을 파악하여야 한다. 이것은 바다매립지의 식생과 생물들의 서식에 대단히 중요한 항목이다. 후술하는 바와 같이 바다매립지는 물질의 지속성이 기후변화에 매우 민감하게 변화하기 때문에 기후의 주기적 또는 비주기적 변화를 면밀하게 조사·분석하여야만 한다.

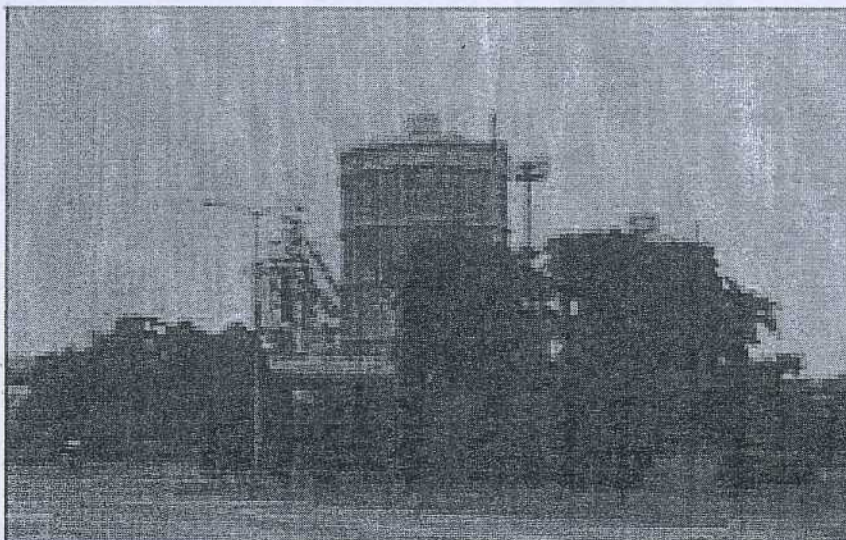


그림 4. 바다매립지 환경개선을 위한 녹화(광양제철소)

나. 식재지반의 조성

바다매립지의 식재지반 조성은 객토폐복법, 단목객토법, 대상객토법, 성토법 등이 있다.

❖ 객토폐복법



❖ 단목객토법



❖ 대상객토법



❖ 성토법



그림 5. 바다매립지의 식재지반 조성공법

객토폐복법은 바다매립기반 위에 객토를 20~30cm 정도 얇게 피복하는 방법이며, 주로 잔디식재, 초화류 식재 등에 사용된다. 객토층이 얇기 때문에 객토가 적게 소요되는 장점은 있으나 지하부에 상존하는 염분이 상승하여 염분에 교란되기 쉬운 단점이 있다.

단목객토법은 바다매립기반에 수목 1그루 식재지역 마다 구덩이를 파고, 객토를 넣어 식재 하는 방법이며, 주로 가로수, 독립수, 기념식수 등에 적용한다. 단목객토법은 객토가 적게 소요되는 장점은 있으나 지하부의 염분이 수직적 또는 수평적으로 침투하여 염류에 교란되기 쉽고, 수목이 성장함에 따라 객토의 보충이 매우 어려운 단점이 있다.

대상객토법은 고랑객토법이라고도 한다. 바다매립지에 고랑을 파고 객토를 넣어 식재하는 것이며, 주로 산울타리, 차폐식재 등에 적용한다. 대상객토법은 단목객토법과 같이 객토가 적게 소요되는 장점은 있으나 지하부의 염분이 수직적 또는 수평적으로 침투하여 토양이 염분에 교란되기 쉬우며, 수목이 성장함에 따른 객토의 보충이 어렵다.

성토법은 바다매립기반 위에 객토를 높게 쌓는 방법이며, 공사 초기에 객토자원과 공사비가 많이 소요되는 단점은 있으나 유효토심이 높기 때문에 극 가뭄과 같은 토양수분 결핍기간에도 식물들의 안정적 생육이 유리하다.

다. 지반조성 재료

바다매립지 지반조성 재료 선정시 고려사항은 생태복원 목표, 재료의 구입 가능성, 지반의 침하, 해류와 해일 등의 수리·수문학적 특성, 내건고성, 경제성, 부환경유발성 등을 고려하여야 한다.

바다매립지의 생태복원을 위한 지반조성 재료는 발흙, 논흙, 산림표토, 심토, 갯벌준설토, 잡석, 건설잔토, 제강스라그, 쓰레기 및 폐기물 등이 있다.

산림표토는 매토종자, 토양소동물, 미생물 등이 많이 포함되어 있어서 생태복원에 가장 이상적인 재료라고 할 수 있으나 실제로 바다 매립지에서 표토를 구입한다는 것은 매우 소량에 불과하다. 대안으로는 부지 조성 또는 주변의 표토 훼손시 표토를 모아 두었다가 재사용하는 리사이클링 생태복원기법을 도입하여야 한다.

발흙과 논흙도 좋은 재료이지만 표토와 같이 소량이기 때문에 리사이클링 생태복원 기법을 도입할 필요가 있다.

갯벌준설토는 바다매립지에서 가장 얻기 쉬운 재료이지만 토양 중에 매우 높은 함량의 염분, 불균질한 토성, 특정이온의 농축, 불리한 토양의 물리성 등으로 일반적인 식물과 생물이 서식하기에는 매우 불리하다. 그러나 갯벌준설토는 지반고를 높이는 성토재, 배수재, 동물들의 산란지 또는 휴게공간 등의 비오톱 등으로 조성할 수 있다.

토양종류	sand (%)	Silt (%)	clay (%)	pH	ECe' (dS/m)	Na ⁺ (me/100g)	K ⁺ (me/100g)	Ca ⁺⁺ (me/100g)	Mg ⁺⁺ (me/100g)	SAR	T-C (%)	T-N (%)	C/N율
준설토	80.5	12.2	7.3	7.4	0.578	0.924	2.340	1.065	0.457	1.0	0.256	0.047	5.4:1
객 토	73.5	13.0	13.4	6.6	0.292	0.204	2.517	0.406	0.520	0.3	0.295	0.055	5.1:1

그림 6 바다매립지 갯벌준설토와 객토의 토양성분 차이

잡석, 건설잔토, 제강스라그, 쓰레기 및 폐기물 등은 생태복원재료로 사용하기는 제한 사항이 매우 많으나 매립기반재로서 사용이 가능하다. 이러한 재료는 매립 이후에 특정 이온이 용출되거나 부등침하 되어 식물 생육 또는 생물서식에 지장을 초래하는 경우가 많으므로 사용에 주의 하여야 한다.

라. 제염방법

바다매립지 토양의 염분을 제거하는 방법은 토양물리·화학적인 방법, 생태적인 방법, 미생물제의 투입방법 등이 있다.

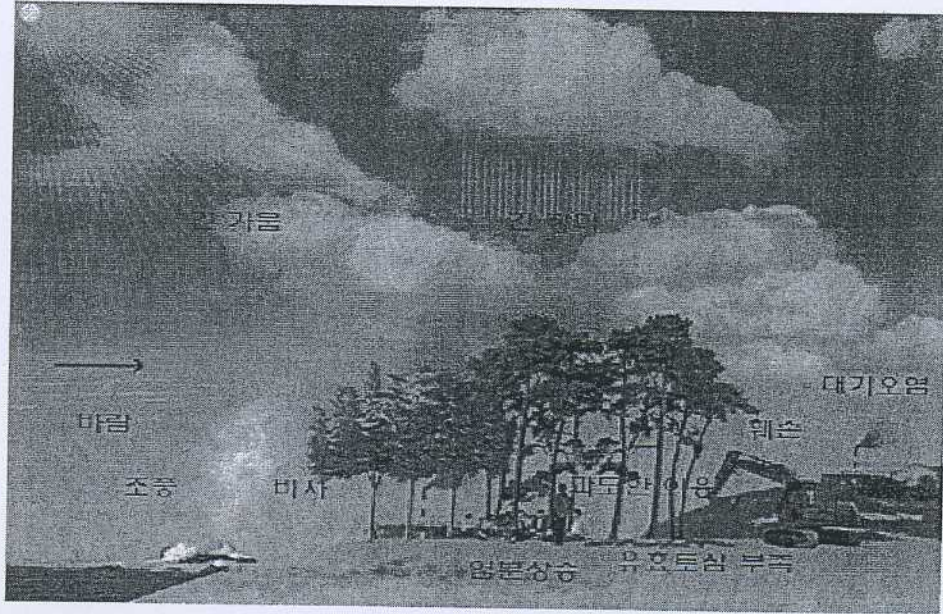


그림 7. 바다매립지 식물생장에 영향을 미치는 요인들

1) 물리적 제염방법

물리적 제염방법은 배수, 경운, 토양의 치환, 염분 차단층 조성공법 등이 있다. 배수와 경운의 방법은 장기적이지 못하며, 대규모 녹지에서는 시행하기가 어려운 단점이 있다. 토양의 치환 방법은 염토양을 제거하고, 식물 생육이 가능한 양질의 토양으로 바꾸어 넣는 것으로 가로수, 독립수 등의 단목객토법과 산울타리와 대상 식재 공법에 주로 적용된다. 염분차단층조성공법은 지하부의 염분이 근권부로 상승하지 못하도록 염분 상승 차단층을 조성하는 것이다.

2) 화학적인 제염방법

화학적 제염방법은 염분을 중화 시킬 수 있는 재료를 사용하여 탈염 시키는 방법으로 주로 생석회나 소석회, 석회 등을 함유한 물질을 한다. 석회를 이용한 염분의 중화 방법은 간척지 수도작에서 사용해 온 방법으로 염분이 토양하부에 상존하는 곳에서는 매년 석회를 사용하여야 하며, 석회의 과다로 인하여 오히려 식물 생장을 저해하는 경우도 많이 있으므로 염분 중화에 한계가 있다.

3) 농업적 제염방법

농업적 제염방법은 물 관리 및 배수시설 방법에 의하여 염분을 용탈 시키는 것이다. 그러나 바다매립지는 평편 지반이 거의 없어서 물가두기가 곤란하며, 또한, 물가두기 할 만한 용수가 갖추어진 곳이 거의 없으며, 용탈 시간도 오래 걸리므로 사실상 적용이 어렵다.

4) 관수시스템을 이용한 탈염

관수시스템에 의한 탈염방법은 스프링클러나 점점식 관수시스템 등을 이용하여 지속적으로 관수를 하여 염분의 상승을 억제하고, 토양 중의 염분을 용탈 시키는 방법이다. 그러나 바다매립지는 대부분 수원이 충분하지 못하기 때문에 가뭄이 지속되면 수원지의 물이 고갈되고, 장치 시설물들이 지반의 침하 또는 부식 등으로 무용지물이 되기 십상이기 때문에 대규모 바다매립지에서는 인위적 관리시스템에 의한 탈염은 한계가 있다.

5) 배수에 의한 탈염법

오니층이나 배수가 불량한 지역에서 사주법, 사구법, 경운법, 암거법 등의 배수시설을 하여 배수와 탈염이 잘 되도록 하는 방법이다. 사구법은 수축된 중앙에서 외곽부로 배수로를 설치하고 모래를 충전시킨 후 그 위에 산 흙을 성토하는 방법이다. 사주법은 모래기둥(sand pile)을 사용 길이 6-7m 직경 40cm의 철 pipe를 지표층에 해당하는 부분까지 박고 산 흙을 채우는 방법이다.

6) 토양개량제 혼합법

오니토와 퍼어라이트, 폴리우레탄, 미세 분말 등을 섞어서 염분을 중화하는 방법이 있으나 재료가 비싸고, 제2차 환경오염발생 등이 유발될 수 있으므로 사용시 주의하여야 한다.

7) 염생식물을 이용한 제염법

염생식물이나 호염성 식물을 식재하여 염분을 탈취 또는 지열의 증가를 제어하거나 토양염류가 표면으로 집적하는 것을 방지하는 간접적인 방법이 있으나 제염량이 미미하며, 기간도 오래 소요 되므로 현실적으로 현장적용이 곤란한 공법이다.

8) 미생물제에 의한 제염

호염성 미생물을 이용하여 토양염분을 제거하는 방법으로 독립영양토와 독립영양 미생물을 활용하는 방법이 있다. 그러나 미생물은 생육환경조건이 매우 까다롭고, 생육기간이 한정적이어서 장기적으로 토양 깊숙이 뿌리를 내리는 수목생장에 영향을 미칠 수 있는지는 아직 의문이다.

이러한 제염 및 탈염방법에는 간척지 논농사 지역에서 개발된 것들을 응용한 것들과 바다매립지 녹화 현장에서 개발된 것들로 매우 다양하지만 실제 바다매립지 현장에서 적용 가능한 기법은 매우 제한적 이므로 공법적용은 현장을 면밀하게 파악하여 적용 하여야 한다.

마. 토양염분의 차단

바다매립지는 갯벌준설토에 토양염분이 과다하게 함유되어 있고, 토양 중의 염분이 해류에 의하여 지반 하부에서 수평적으로 유동하거나 수직적으로 상·하강함으로 토양의 염류화를 유발한다. 가뭄 때 토양수분이 증발하면서 염분이 모세관 현상에 의하여 상승하여 토양을 교란하기도 한다. 수목의 안정적으로 성장 하기 위해서는 식재지반을 조성할 때에 토양 중에 상존하는 바닷물과 모세관현상에 의하여 상승하는 염분을 차단하기 위하여 차단층을 설치하여야 한다.

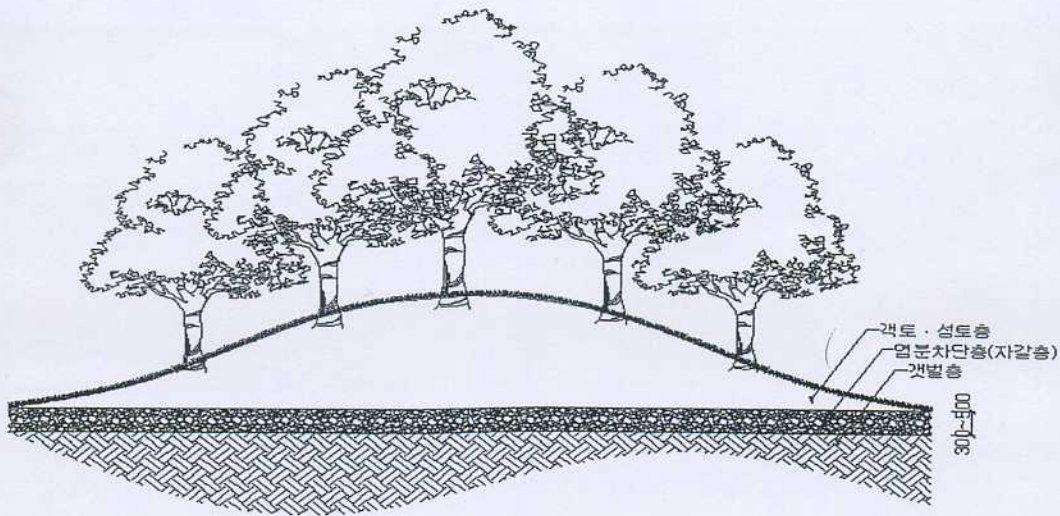


그림 8. 오니갯벌층의 염분차단 성토공법

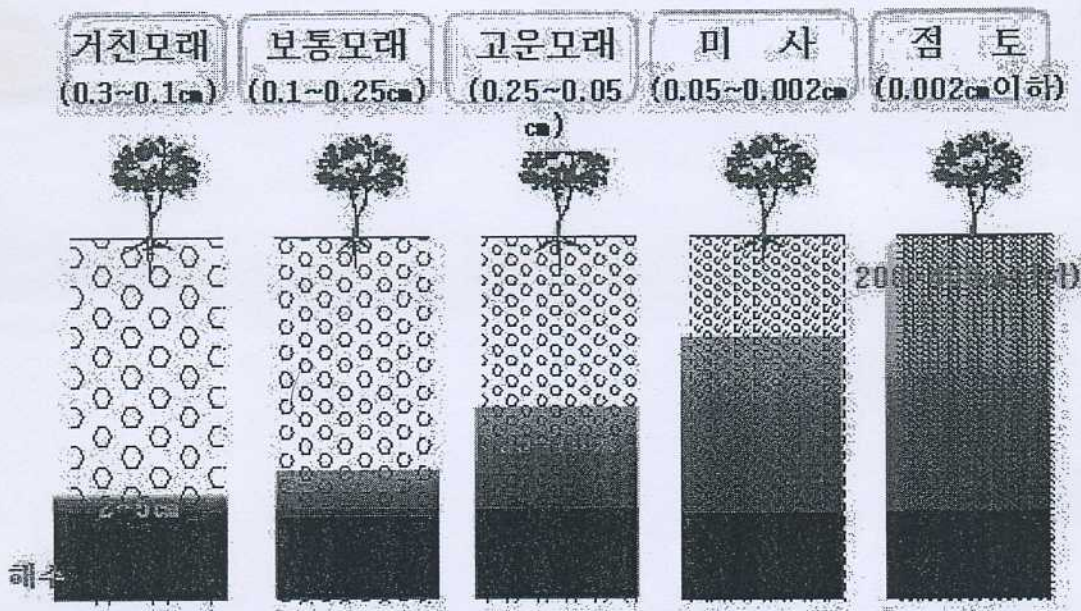
염분의 차단층은 해수면의 높이를 고려하여 해수면 보다 높게 하여야 하며, 염분의 수평적 이동을 차단하기 위하여 수직 벽에도 염분을 차단하여야 한다.

차단층의 두께는 각 재료별로 모세관 현상에 의한 염분의 상승높이를 고려하여 선정하여야 한다. 실제 현장에서의 염분 차단층의 두께는 지반의 침하 또는 해수위의 변동 등으로 염분집적층위가 높아질 수 있으므로 실내실험 결과의 두께 보다 더 두꺼운 층으로 조성 하여야 한다.

차단층의 재료는 모세관 현상에 의하여 염분이 상승하지 않는 공극을 갖는 재료를 사용하여야 하는데 주요재료는 자갈, 잡석, 굵은 모래, 준설토, 펄라이트 등이 있으나 현장에서 가장 유용하게 사용하는 것은 자갈, 잡석, 굵은 모래, 준설토 등이 있다.

재료별 모세관현상에 의한 염분의 상승높이는 재료의 굵기와 점성에 따라 다르며, 일반적으로 자갈·잡석>굵은모래·준설토·펄라이트>미사>점토 순이다.

모래는 토양공극이 크기 때문에 자연 상태에서도 강우와 중력에 의하여 탈염이 잘 되며, 배수도 잘 되며, 토양 중의 염분 상승을 차단 효과가 크다. 미사는 탈염 속도가 느리고 배수가 정체되기도 하며, 토양 중의 염분 상승률이 높다. 점질토는 탈염과 배수가 매우 느리게 진행되기 때문에 항상 염분이 고농도로 함유되어 있고, 배수가 되지 않으며, 하부의 염분이 가뭄과 같은 건조가 계속되면 모세관현상에 의하여 염분이 표토로 상승하여 토양을 염분으로 교란 시킨다. 그러므로 미사토와 점질토로 조성된 부분은 탈염과 배수를 하여야 하며, 염분상승을 차단층을 조성 하여야 한다.



* 출처 : 한국공항관리공단, 1997, 식재지반조성공법에서
도출하여 모식화 함

그림 9. 토양 종류별 염분상승 모식도

바. 바다매립지 수중선정

바다매립지의 식생복원은 생태복원에 있어서 기초생태계를 형성하는 매우 중요한 요소이다. 그러나 바다매립지에 식재하는 일반적인 식물들은 바닷물에 의한 토양염분 피해, 바닷물 날림에 의한 염분피해, 태풍에 의한 도복피해, 가뭄에 의한 토양수분 결핍피해, 토양의 척박에 따른 생육장애, 영양결핍에 따른 이차적 생물피해 및 병충해 발생피해 등으로 식생복원이 대단히 어렵다.

바다매립지의 식생을 복원하는 식물의 선정은 부지에 적응 가능한 수종을 선정하는 것이 중요하다. 바다매립지에 적응 가능한 수종의 선정은 내염성, 내조성, 내건성, 내병충해성 등이 강한 수종을 선정하여야 하며, 선정 방법은 부지 주변에 서식하고 있는 식물들을 선정하는 것이 가장 합리적인 방법이다.

해안가에서는 지형별 토양상태에 따라 적응 가능한 식물종이 구별된다. 내염성 식물은 해안가의 바닷물에 인접하여 분포하며, 전기전도도(EC; electric conductivity)와 토양의 함수량(민병미, 1985) 그리고 토양의 입도(조두성, 2006)에 따라 식물의 분포가 결정되어 진다.

표 1. 해안 정선부로부터 2m 이내에 분포하는 내염성식물

해안인접거리	식 물 종
2m 이내	순비기나무, 해당화, 돌가시나무, 칩, 쪽제비싸리, 이대, 엄나무, 상동나무, 떡갈나무, 졸참나무, 모감주나무, 아까시나무, 곰솔, 소나무 등

표 2. 해안가 전기전도도에 따른 염생식물의 분포

전기전도도(mmho)	식 물 종
1.0~3.5	지채, 통통마디, 칠면초, 갯질경, 나문재,
0.5~1.5	갯개미취, 갈대, 천일사초, 갯잔디, 비쭉, 갯논쟁이, 버들명아주
0.2~0.5	강아지풀, 산조풀, 사데풀
0.2 이하	벌노랑이, 자귀풀, 토끼풀

출처 : 민병미. 1985. 한국 서해안 간척지의 토양과 식생 변화. 서울대학교 대학원 박사 학위논문. 109-110. 재편집

표 3. 광양만 바다매립지 담수지의 식물 분포

토양상태	식물종
침수식물 (수심 -1.0m 이상)	나자스말, 물수세미
정수식물 (수심 -1.0m 이하)	부들, 쯤부들, 갈대
습지가장자리	칠면초, 가는갯능쟁이, 갈대, 부들, 쯤부들
준설모래토양	망초, 강아지풀, 자주강아지풀, 쯤보리사초, 갯보리, 개망초, 개밀, 억새, 띠

출처 : 오현경·김도균. 2006. 광양제철소와 인근주변의 관속식물 현황과 분포.
한국환경생태복원녹화기술학회지 9(3): 62쪽 재편집

표 4. 해안가 토양입도에 따른 사구식물 분포

토양입도	입도	식물종
중세사	250~1000 μ m	갯그령군락, 통보리사초군락, 갯씀바귀군락, 갯쇠보리군락
조사	250~2000 μ m	쯤보리사초군락, 왕잔디군락, 갯메꽃군락, 순비기군락
극조사	500~2000 μ m	갯완두군락, 갯방풍군락, 모래지치군락, 해당화군락

출처 : 조두성. 2006. 한국 해안사구의 토양환경과 식물군락의 생태학적 특성에 관한 연구. 군산대학교 대학원 박사학위논문. 130. 재편집

사. 바다매립지 식재기법

바다매립지에 식물을 식재하는 기법은 식재 목적에 따라 기능적 식재, 생태적 식재, 생물군집식재 등으로 구분할 수 있다.

기능적 식재는 특정 목적으로 차폐식재, 유도식재, 바람조절식재, 환경조절식재 등이 있다. 기능식재는 주로 상층과 지피층 또는 상층, 중층 및 하층 등으로 비교적 단순한 구조로 식재한다.

생태학적 식재는 식물사회학적 군집구조를 응용하여 토양조성, 수종선정 그리고 층위구조를 결정하여 식재한다.

생물군집식재는 특정생물의 서식이나 생태복원을 목적으로 식재하는 것으로 목표로 하는 생물이 가능한 식재기법으로 조성한다.

3. 바다매립지 조경식재 사례

광양제철소는 세계적인 제철소로서 1981년부터 1989년까지 14,850,000m²를 바다매립을 하여 조성된 부지이다. 광양제철소는 바다매립지의 열악한 환경개선을 위한 녹지조성에 대단히 많은 노력을 하고 있으며, 시행착오를 많이 하면서도 우리나라 바다매립지 중에서는 가장 선진적인 녹지를 조성·관리하고 있다.

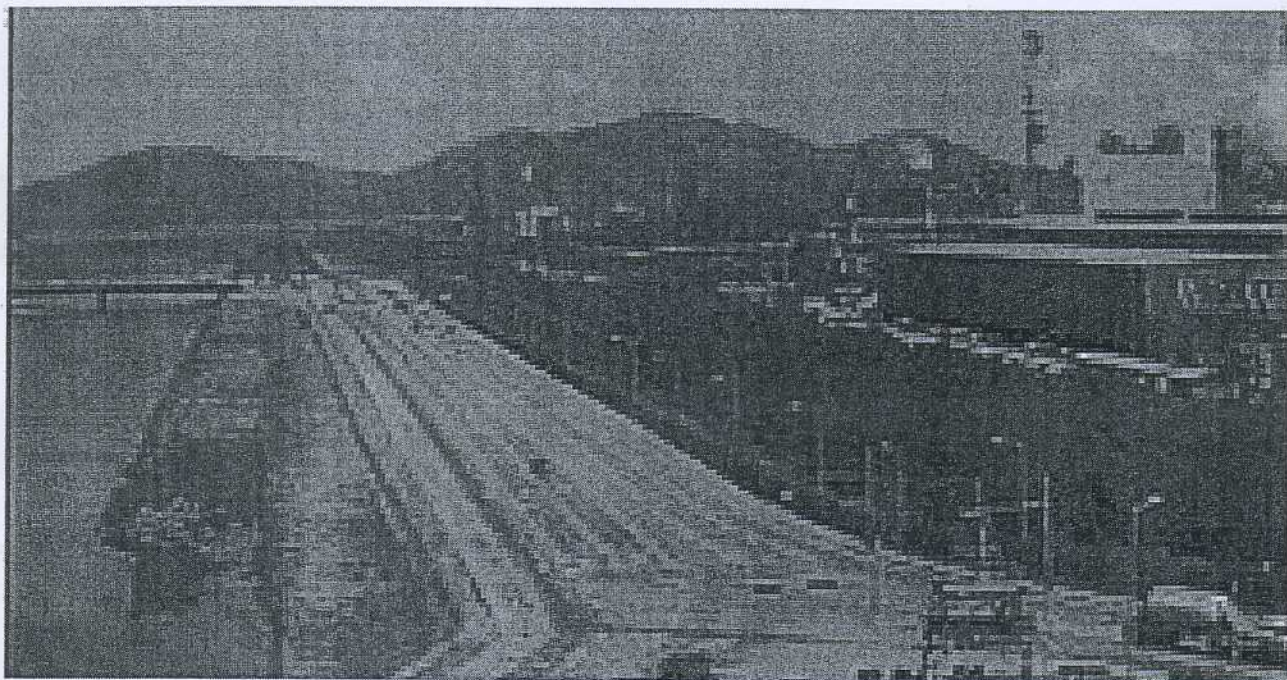


그림 10. 부지외곽과 내부에 대단위 완충녹지를 조성하여 지역 환경개선에 기여(광양제철소)

광양제철소는 주로 제철에 관련된 공장설비와 구조물들이 위주로 되어 있어서 경관이 매우 경직스럽고, 황량하며, 바닷바람에 의한 모래날림, 바다염분의 날림, 태풍 등으로 인간과 생산 활동에 지장을 초래하는 현상을 극복하기 위하여 녹화를 대단위로 조성하여 관리하고 있다. 녹화과정에 토양염분, 척박, 바닷바람, 모래날림, 가뭄, 긴장마, 인간의 교란, 생물적 교란 등으로 녹화수목과 초화류가 대단위로 고사하거나 생육이 불량하여 많은 어려움을 겪었다. 특히, 큰 가뭄이 발생한 1988년, 1994년, 1995년, 2002년 등의 가뭄에는 그 동안 잘 생육하던 녹화식물이 대단위로 시들거나 고사하였다.

가뭄 발생 30~40일 정도가 되면 대부분의 식물은 토양수분의 부족으로 생장에 영향을 받아 시들거나 고사하기 시작한다. 가뭄이 발생하며 많은 장비, 설비, 인력을 투입하여 가뭄극복에 전사적인 노력을 하지만 가뭄이 50일 이상 지속되면 수원지의

급수원 부족으로 공장가동 급수도 부족하기 때문에 녹화식물 생육을 위한 급수는 중단할 수밖에 없는 상황이 자주 발생한다.

긴 장마는 장마가 오랫동안 지속됨에 따라 인위적으로 조성한 토양의 고결도가 낮아져서 수목의 뿌리가 지지력이 매우 낮아진다. 이때 강한 바람이나 태풍이 불면 곰솔, 히말라야시다, 가이스가 향나무 등 상록침엽수는 도복되는 경우가 많이 발생되어 생산활동과 인간의 활동에 많은 지장을 초래하며, 복구하는데 대단히 많은 인력, 장비, 예산이 소요된다.

이러한 가뭄이나 긴장마 또는 태풍 등에 의한 녹화식물의 피해는 그동안 잘 생육하던 녹화식물들이 단 몇일만에 대단위로 생육이 불량하거나 고사하여 식생경관을 황폐화하기 십상이며, 식생경관을 회복 하는데 3~10년 이상 소요되며, 재보식 하는데 대단히 많은 예산이 소요된다.

이와 같은 현상을 극복하고자 1995년부터는 가뭄극복과 태풍 발생시에도 건전한 생육을 할 수 있는 식재지반조성기법과 수종선정 등에 많은 연구를 하여 개선하고 있다. 최근에는 대단위 면적의 완충녹지와 공장내부 녹지 등에는 단순녹화 방식 보다는 자연성이 높고, 생물이 서식 가능한 생태적 녹지조성 방안을 모색하고 있으며, 특히 바다매립지 자생식물을 이용한 비오톱조성, 생태공원을 구상(남웅, 2008)하고 있다.

참고문헌

- 김귀곤. 1999. 새천년을 대비한 환경생태계획 및 조성의 동향과 전망. 한국조경사회 제 7회 추계심포지움 : 35-36
- 김도균. 2007. 임해매립지 녹화의 현황과 실태. 조경시공 제29호. 74-81. ✓
- 남 웅 2008. 임해준설매립지 식생군집의 특성과 생태적 활용방안에 관한 연구 순천 대학교 대학원 박사학위논문. 139.
- 농어촌진흥공사. 1996. 한국의 간척. 405.
- 민병미. 1985. 한국 서해안 간척지의 토양과 식생 변화. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 109-110.
- 오현경·김도균. 2006. 광양제철소와 인근주변의 관속식물 현황과 분포. 한국환경복원녹화기술학회지. 9(3): 59-75.

조두성. 2006. 한국 해안사구의 토양환경과 식물군락의 생태학적 특성에 관한 연구 군산대학교 대학원 박사학위논문. 130.

해양수산부. 2004. 대체습지조성 중장기계획수립용역(Ⅱ). 347.

Anderson, R. C., 1996. The role of research in ecosystem restoration. Ecosystem Restoration Workshop. Ann Arbor, Michigan : School of natural Resources and Environment, University of Michigan : p1-23

Hobbs R. J. and D. A. Norton., 1996. Commentary, Towards a conceptual framework for restoration ecology. Restoration Ecology 4(2) : 93-110.

2. 조경수의 활용

가. 활용전망

- 1) 새로운 환경조건을 생태습지 및 그린벨트 등으로 조성함으로써 지구온난화에 대비 한다.
- 2) 녹지 공간 조성으로 주거 만족도를 향상시킨다.
- 3) 교육적 장소와 의사소통의 장으로 조성한다.
- 4) 여가 공간을 조성한다.
- 5) 도시 환경의 질을 높이고 경제 활성화를 촉진 시킬 수 있는 장소를 조성한다.
- 6) 사회적 교류의 장을 증대시킨다.
- 7) 도시 및 농촌 경관을 향상시키면서 피난처를 제공한다.
- 8) 지자체별 각종 이벤트 및 광장을 조성하는데 활용한다.

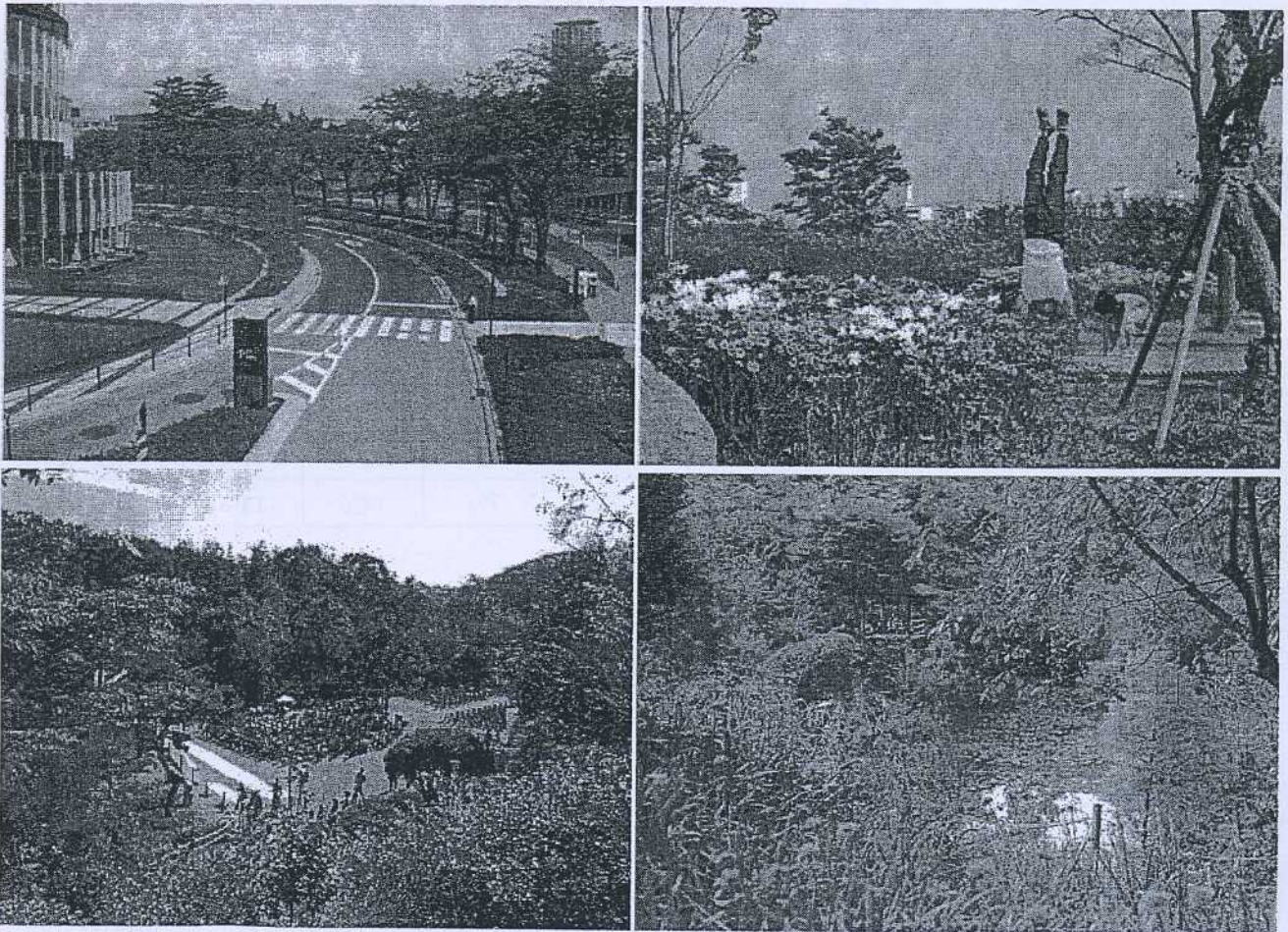


그림 2. 조경수 활용 예

나. 기관별 활용 조정 수목

1) 주택공사

개나리, 겹벚나무, 공작단풍(수양단풍), 꼬리풀, 꽃사과, 노루오줌, 느티나무, 대왕참나무, 때죽나무, 리기다소나무, 마가목, 매화나무, 맥문동, 메타세콰이아, 명자나무, 모과나무, 목련(백·자), 무늬억새, 백철쭉, 붉은인동, 빈카마이너, 산딸나무, 살구나무, 산수유, 산철쭉, 삼색조팝, 상수리나무, 소나무, 소나무(장송), 소나무(둥근형), 조형소나무, 수수꽃다리, 스트로브잣나무, 신갈나무, 양매자, 에버그린아이비, 영산홍, 옥잠화, 왕벚나무, 원추리, 이팝나무, 인동덩굴, 자귀나무, 자산홍, 자작나무, 잔디, 전나무(젓나무), 조팝나무, 주목(둥근형), 진달래, 쪽동백, 청단풍, 칠엽수, 팔배나무, 황매화, 회양목, 가시나무, 구실잣밤나무, 조형섬잣, 아왜나무, 태산목, 동백, 측백, 홍가시나무, 감나무, 병꽃나무, 옥배화, 자산홍, 담쟁이덩굴, 덩굴장미, 꽃향유, 구절초, 벌개미취, 비비추, 상록패랭이, 수호초, 복자기나무, 배롱나무, 왕버들나무, 은행나무, 중국단풍, 느릅나무, 홍단풍, 은목서, 피라칸사스, 광나무, 남천, 돈나무 88종

2) 도로공사

소나무, 스트로브잣나무, 선주목, 곰솔, 꽃사과, 느티나무, 대왕참나무, 메타세콰이아, 배롱나무, 복자기, 산벚나무, 산수유, 왕벚나무, 은행나무, 이팝나무, 자귀나무, 청단풍, 회양목, 백철쭉, 산철쭉, 수수꽃다리, 자산홍, 조팝나무, 쥐똥나무 24종

3) 수자원공사

소나무, 스트로브잣나무, 갈참나무, 꽃사과, 느티나무, 때죽나무, 배롱나무, 복자기, 산딸나무, 산벚나무, 산수유, 상수리나무, 신갈나무, 이팝나무, 졸참나무, 중국단풍, 청단풍, 홍단풍, 백철쭉, 산수국, 산철쭉, 수수꽃다리, 영산홍, 자산홍, 조팝나무, 구절초, 두메부추, 맥문동, 비비추, 쪽부쟁이, 패랭이꽃. 31종

4) 서울시청

조달청에서 고시된 조경수목 중에서 사업시행부처인 25개 구청에서 각 지역 특성과 거리의 특성 등 장소성, 역사성, 상징성 등을 고려하여 수종 선정.

특히 생태학적인 동식물들의 먹이가 되는 팽나무, 뽕나무, 이팝나무, 산딸나무, 사철나무, 남천등과 소나무, 스트로브잣나무, 느티나무 등 향토수종을 고려한다.

5) 토지공사

독일가문비, 주목, 조형섬잣나무, 소나무(장송), 소나무, 스트로브잣나무, 잣나무, 전나무, 감나무, 계수나무, 느티나무, 대왕참나무, 때죽나무, 마가목, 매화나무, 메타세콰이아, 모감주나무, 배롱나무, 백목련, 버드나무, 복자기나무, 산딸나무, 산뽕나무, 산사나무, 산수유, 살구나무, 상수리나무, 왕뽕나무, 은행나무, 이팝나무, 자작나무, 중국단풍, 청단풍, 층층나무, 칠엽수, 홍단풍, 회화나무, 주목(둥근형), 사철나무, 회양목, 박태기나무, 수수꽃다리, 개쉬땅나무, 갯버들, 낙상홍, 뽕나무, 명자나무, 목수국, 백철쭉, 산철쭉, 생강나무, 영산홍, 자산홍, 조팝나무, 좀작살나무, 쥐똥나무, 진달래, 화살나무, 황매화, 흰말채나무, 갈대, 감국, 금낭화, 기린초, 구절초, 꽃범의꼬리, 꽃잔디, 노랑꽃창포, 부처꽃, 붉은인동, 붓꽃, 사사, 쑥부쟁이, 줄무늬석창포, 잔디. 75종

6) 일반 관공서

가시나무, 구실잣밤나무, 굴거리, 대나무, 동백나무, 먼나무, 소나무(장송), 아왜나무, 종가시나무, 태산목, 홍가시나무, 후피향나무, 히말라야시다, 조형소나무, 노린재나무, 때죽나무, 떡갈나무, 모과나무, 말채나무, 배롱나무, 백목련, 비목나무, 산딸나무, 산뽕나무, 산수유, 살구나무, 석류나무, 생강나무, 아그배나무, 뽕나무, 이팝나무, 자귀나무, 자목련, 줄참나무, 쪽동백나무, 청단풍, 팔배나무, 홍단풍, 팡나무, 팡팡나무, 남천, 다정큼나무, 돈나무, 팔손이, 피라칸사스, 호랑가시나무, 개쉬땅나무, 국수나무, 낙상홍, 뽕나무, 말발도리, 매자나무, 명자나무, 목수국, 박태기나무, 병꽃나무, 보리수나무, 수수꽃다리, 인동덩굴, 조팝나무, 좀작살나무, 진달래, 화살나무, 흰말채나무, 황매화, 구절초, 꽃범의꼬리, 꽃향유, 꿀풀, 달뿌리풀, 담쟁이, 돌단풍, 둥글레, 라벤다, 레몬버베나, 머위, 바위취, 벌개미취, 붓꽃, 비비추, 상록패랭이, 송악, 수선화, 수크령, 수호초, 쑥부쟁이, 옥잠화, 원추리, 은방울꽃, 줄무늬석창포, 털부처꽃, 카펫타임, 후록스. 94종

7) 도시개발공사

노간주나무, 소나무(장송), 스트로브잣나무, 측백나무, 감나무, 구실잣밤나무, 꽃사과, 느티나무, 때죽나무, 마가목, 매화나무, 메타세콰이어, 모과나무, 목련, 물푸레나무, 배롱나무, 버드나무, 복자기, 산딸나무, 산벚나무, 산수유, 왕벚나무, 은행나무, 이팝나무, 자작나무, 중국단풍, 참나무류, 청단풍, 칠엽수, 팔배나무, 회화나무, 사철나무, 회양목, 갯버들, 말발도리, 목수국, 박태기나무, 백철쭉, 산철쭉, 수수꽃다리, 싸리나무, 영산홍, 자산홍, 조팝나무, 좀작살나무, 쥐똥나무, 찔레나무, 화살나무, 황매화, 흰말채나무, 갈대, 구절초, 금불초, 꽃창포, 노랑어리연꽃, 노랑꽃창포, 매자기, 맥문동, 물레나물, 물억새, 벌개미취, 뽕부채, 부레옥잠, 부채붓꽃, 부처꽃, 붓꽃, 비비추, 석창포, 수호초, 쪽부쟁이, 애기부들, 앵초, 옥잠화, 용머리, 원추리, 은방울꽃, 줄, 창포, 택사, 털부처꽃, 흰갈풀, 흰줄무늬사사, 잔디.

83종

다. 광양만 임해매립지 식재수종

소나무, 팽나무, 느티나무, 이팝나무, 왕벚, 메타세콰이어, 느릅나무, 팔배나무, 동백, 가시나무, 굴거리나무, 황칠나무, 녹나무, 아왜나무, 먼나무, 배롱, 산다화, 목서, 광나무, 피라칸사스, 남천, 호랑가시, 맥문동, 돈나무, 유도화, 땃강나무, 영산홍, 팔손이, 개나리, 철쭉, 초화류 등. 현재31종(기존은 총 130여종이었으나, 겨울철 미세먼지 및 공해 저감, 염에 강한 수종 위주로 식재)

표 4. 식재 수종별 특성

수 종	생태적특성					특 정
	내공해성	내염성	내한성	내건성	이식력	
가시나무	강	강	약	적윤	곤란	남부지방에서 생육하며, 맹아력이 강하고 전정에 강하여 키가 큰 생울타리로 키울 수 있다. 녹음수, 풍치수, 공해 및 오염 토양 정화용수로 이용 가능
먼 나 무	강	강	약	적윤	보통	열매의 아름다움을 감상하는 나무로 가로수, 공원수, 정원수로 적당한 나무이다.
녹 나 무	중	중	약	적윤	곤란	생육속도가 빨라 남해안 지방의 녹음수, 독립수 또는 차폐용 등으로 알맞으며 공원의 풍치수, 방풍림으로 식재.

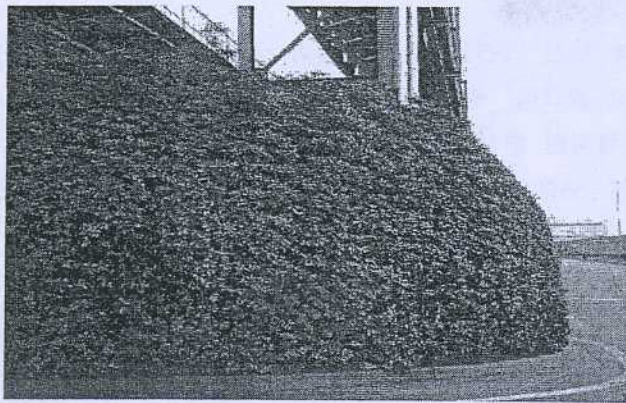
수 종	생태적특성					특 징
	내공해성	내염성	내한성	내건성	이식력	
소 나 무	중	중	강	내건	용이	수피가 독특한 적갈색이고 줄기가 직간인 것도 있으나 굽거나 경사를 이룬다. 군식 하여 자연풍치적인 효과를 기대 할 수 있다. 지리적 형태에 따라 식재미를 달리 할 수 있다.
동백나무	중	강	약	적운	곤란	내염성, 전정, 조해, 공해에도 강하여 어디에나 적응이 잘되는 편이나 생장이 더디다.
목 서	강	강	중	적운	보통	주로 정원수로 심는다. 새싹이 잘 돌아 나오므로 생울타리와 완충녹지대에 심기 적당한 나무이다.
후피향나무	중	강	중	적습	곤란	상록활엽관목이나 향이 있어 공원의 풍치수에 적합. 가을과 겨울에 빨간 열매가 아름답다. 야생조류의 먹이감이 되어 환경친화 식물이며 대기오염에 강하여 완충수에 적합하다.
굴 거 리	중	중	약	적운	용이	내한성이 약해 온대남부지방에 주로 식재하며 방화수, 가로수로 이용한다. 내염성이 강해서 녹지대에 사용.
아왜나무	강	강	약	습운	용이	방화효과가 커 공장지역에 적합하며 생울타리용으로 많이 쓰인다. 조해에 특히 강하여 해변조경이나 방풍용으로 사용하면 좋다. 붉은색 열매가 아름답다.
호랑가시	강	강	약	적운	용이	가로수, 정원수, 생울타리용으로 적합하다.
광 나 무	강	강	중	적운	보통	대기오염, 조해, 병충해에도 강하고 척박한 토양에서도 잘 자란다. 내한성이 비교적 약하여 중부지방에서 생육이 가능하다. 차폐식재, 생울타리, 경계식재용으로 주로 이용한다.
팽 나 무	강	강	강	적습	용이	열매는 10월에 적황색으로 익으며 과육이 달아 야생조류의 먹이로 이용된다. 수명이 길고, 잘 뻗어나가는 굵은 가지는 웅장한 수관을 만들고 뿌리 뻗음이 좋아 정자목이나 신목으로 느티나무와 함께 일품으로 손꼽힌다. 바닷가의 풍치수, 정자목, 가로수 등으로 식재되고 있다.
느티나무	중	약	강	적운	용이	예로부터 마을의 정자목으로 많이 이용되어 온 수목으로서 수형, 수피 및 단풍이 아름다워 독립수로 적합하며 공원, 아파트단지, 캠퍼스 및 대단위 조경단지용으로 알맞다. 정자목, 녹음수로 가장 훌륭한 나무이고 공원이나 가로에도 적합하며 상징성이 강한 수종이다.
이팝나무	강	강	강	적운	용이	5~6월경에 나무 전체에 흰 꽃이 마치 눈같이 덮이며 은은한 향기가 멀리까지 퍼진다. 줄기의 표피가 벗겨지며 아름답고, 가을의 노란 단풍, 보라빛 열매, 수형도 아름다워 조경수로 서의 가치가 매우 높다. 특히, 세균이 발달되어 환경에 잘 적응하며 이식이 용이한 장점을 가지고 있다.

수 종	생태적특성					특 정
	내공해성	내염성	내한성	내건성	이식력	
이팝나무	강	강	강	적윤	용이	5~6월경에 나무 전체에 흰 꽃이 마치 눈같이 덮이며 은은한 향기가 멀리까지 퍼진다. 줄기의 표피가 벗겨지며 아름답고, 가을의 노란 단풍, 보라빛 열매, 수형도 아름다워 조경수로 서의 가치가 매우 높다. 특히, 세근이 발달되어 환경에 잘 적응하며 이식이 용이한 장점을 가지고 있다.
왕벚나무	중	강	중	적윤	보통	이른 봄 진분홍색의 꽃봉오리를 맺어 연분홍색 꽃으로 수관을 이루어 화려하고 우아한 꽃을 피운다. 매우 다방면에 이용되며 특히, 생장이 빠른 속성수로서 독립수, 군식용, 녹음수 및 가로수에 적합하다.
메타세콰이어	중	강	약	습윤	용이	수형이 우아하고 아름답다. 독립수 또는 가로수로 적합하고, 차폐용이나 군식용으로도 알맞으며 생육속도가 빠르기 때문에 공원, 녹지지역 또는 대단위 조경단지에 이용하면 좋은 효과를 얻을 수 있다.
팔배나무	약	중	강	내건	용이	늦봄에 피는 백색꽃이 아름다우며 특히 가을에 황적색으로 달려 나무 전체를 수놓는 열매는 매우 감상 가치가 높다. 녹음수 또는 잔디밭위의 독립수로 적당하나 내공해성에는 약한 것으로 되어 있지만 광양제철에서는 향토수종으로 식재하여 잘 자라고 있다.
협죽도	강	강	약	적윤	용이	조해와 대기오염에 강하여 공장조경에 이용가능하며 차폐식재에도 좋고 군식에 어울린다.
남 천	강	중	약	적윤	용이	독립수 또는 차폐용으로 이용된다. 사계절이 뚜렷하며 특히 가을과 겨울색이 아름답다.
댕강나무	중	강	강	내건	용이	줄기에는 6개의 줄이 패어 있어 육조목이라 한다. 새로 자란 가지가 붉은 것이 특징이며 7월~10월까지의 꽃이 아름답다.(일명 꽃댕강)
피라칸사스	중	강	중	적윤	곤란	중부지방에서는 월동이 불가능한데 개체 중에는 추위에 적응하여 중부지방에서 월동 가능한 것들도 있다. 생울타리, 기초식재용 또는 경계식재용으로 적합하다.
팔 손 이	중	중	강	적습	보통	정원수, 공원수, 침경수로 이용되며, 하목식재 한다.
개 나 리	강	강	강	적윤	용이	정원, 공원 등 아무 곳이나 식재하여도 어울리며 특히 생울타리를 조성하거나, 불결하거나, 공장완충녹지대 하부식재로 군식하면 좋다.
철 쪽	약	강	강	적윤	용이	내염성이 강하여 숲 밑에 하목 식재하면 복층적인 아름다움을 감상할 수 있다. 특히 아까도 철쪽은 염해에 아주 강하다.
돈 나 무	강	강	약	적윤	용이	해수가 직접 닿아도 피해를 입지 않는 내조성 수목이다. 도심지 공원이나 해안지방의 방풍림으로 좋다.

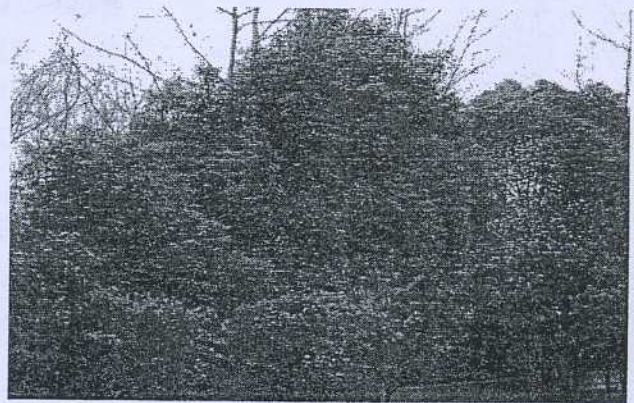
* 후박나무는 해안선 수로 많이

(71)

많은곳에서만 생육가능,
(수피가 갈라짐 - 식재 X)



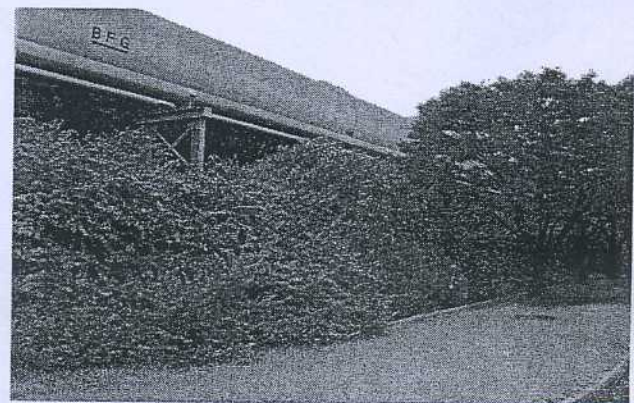
돈나무



가시나무

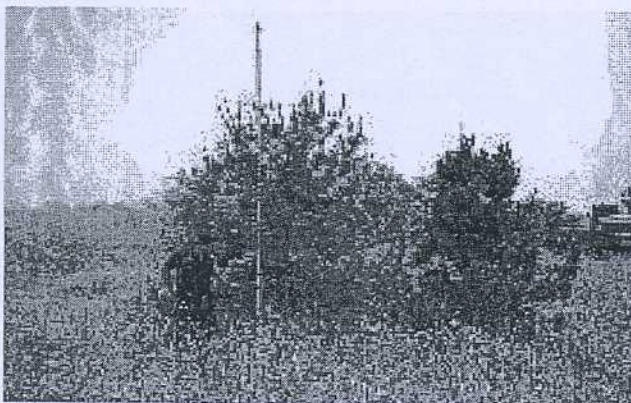


후박나무



피라칸사스, 유도화, 느티나무

그림 3. 광양제철소 식재현황(조경토 치환지역)



해 송



느릅나무

그림 4. 광양제철소 식재현황(임해준설 매립지역)