

## 난지도 생태공원

서울시립대학교 송재민

### 1. 정책수행시기

난지도는 1978년부터 1992년까지 15년에 걸쳐 서울에서 배출된 약 9,200만㎡의 생활쓰레기, 건설폐기물 그리고 산업폐기물을 처리한 서울시의 유일한 대규모 쓰레기 매립지였다. 70년대 서울은 급격한 경제성장과 함께 기하급수적인 인구증가를 겪었다. 그 결과 쓰레기 배출량 또한 빠르게 증가하여 서울시는 1978년 난지도 일원인 서울시 마포구 성산동 540번지를 쓰레기 및 오물처리장을 위한 도시계획시설인 「폐기물처리시설」로 결정하였다<sup>1)</sup>. 난지도는 서울시 외곽에 위치함에도 접근하기 편하고 부지가 넓어 수도 서울의 매립지로서 최적의 장소였다. 1978년부터 1985년에는 평면매립이 진행되었고, 제1, 제2매립지로 구분한 입체매립은 1986년부터 1992년까지의 기간에 이루어졌다. 하지만 쓰레기가 비위생적으로 매립되어 쓰레기 매립이 이루어지는 기간 내내 침출수로 인하여 토양 및 수질 오염이 심각하였고, 매립가스는 화재로 이어지기도 하였다.



그림 1. 자유로 위에 펼쳐진 난지도로 들어가는 차량행렬

출처: <http://worldcuppark.seoul.go.kr>

1) 서울연구원, 2014, “2014 경제발전경험모듈화사업: 난지도 생태공원 복원”

쓰레기매립지 난지도의 환경정비에 대한 정책적 관심은 1990년에 본격적으로 시작되었다. 1992년 마련된 ‘서울시 정도 600년 사업’ 기본계획은 여의도, 용산, 상암, 독섬, 마곡지역 등 5개 지역의 전략적 개발을 구상하였으며, 특히 난지도가 위치한 상암지역은 서울 서북부의 핵심 지역으로서 국제화·개방화 물결과 통일시대 남북교류의 관문이라는 특성을 반영한 도시개발이 구상되었다. 이와 함께, 2002년에 개최될 한일월드컵경기의 서울 경기장 입지가 1998년 5월에 상암동으로 결정됨에 따라 월드컵경기장 건설을 위한 지역 환경정비가 시급히 필요했다<sup>2)</sup>. 또한, 1999년 서울시의 밀레니엄공원 기본계획을 포함한 ‘새서울, 우리한강’ 사업계획에서도 난지도 매립지의 안정화 사업과 공원화 사업이 포함되었다<sup>3)</sup>.

난지도 매립지 안정화 및 공원화 사업은 2002년 월드컵 경기 개최 시기에 맞추기 위하여 빠른 시간 안에 추진되었다. 매립지 안정화 공사는 1998년 1월에 시작하여 4년 10개월이 경과한 2002년 10월에 종료되었는데, 공사시간을 단축하고자 공사 설계 후 3개월 내에 공사업체 선정 및 착공이 이루어졌다. 생태 공원 조성 공사 또한 안정화 공사와 함께 2000년 10월부터 2002년 6월에 걸쳐 진행되었다(KSP, 2014). 난지도에 묻힌 폐기물은 아직도 생화학적 분해가 진행되고 있는 중이며, 서울시는 매립지의 안정화가 2020년까지 진행될 것으로 예상하고 있다.

### 2. 당시의 상황: 정책 도입배경



그림 2. 경교명승첩 중 금성평사: 겸재정선 1676~1759

출처: <http://worldcuppark.seoul.go.kr>

2) 2002년 월드컵 축구대회 -환경개선사업 세부추진계획-  
3) 서울정책아카이브, 2014, “밀레니엄공원 기본계획”

난지도의 ‘난지’는 난초와 지초를 이르는 말로 지극한 아름다움을 비유할 때 쓰이기도 한다. 실제로 매립지로 사용되기 이전의 난지도는 잦은 홍수를 겪기도 했지만 땅콩과 수수를 재배하는 밭이 있고 학생들이 소풍을 오는 아름다운 섬이었다<sup>4)</sup>. 하지만 1977년 난지도가 쓰레기 매립 및 오물처리장을 위한 도시계획시설로 결정되면서, 매일 약 2만톤의 서울시 쓰레기가 난지도에 매립되었다. 쓰레기매립지로 이용된 15년 동안 난지도에는 812,800평의 부지에 약 9,200만톤의 폐기물이 매립되었고, 평형했던 섬은 두 개의 거대한 쓰레기더미로 이루어진 산으로 변했다. 난지도를 매립지로 사용하겠다고 계획을 수립하던 당시에는 난지도 부지 규모를 고려하여 1978년부터 1984년까지 6년 정도 쓰레기처분장으로 사용할 계획이었다. 하지만 난지도매립지를 대체할 수 있는 매립지 확보에 난항을 겪으면서 난지도에는 1992년까지 서울시에서 발생한 대부분의 쓰레기가 묻혔으며, 결국 난지도는 100m에 이르는 거대한 쓰레기 산이 되었다.



그림 3. 쓰레기 매립지 당시의 난지도

출처: 월드컵공원관리사무소(2006) 난지도 그 향기를 되찾다

난지도매립지는 매립가스, 침출수, 쓰레기 날림, 해충번식 등에 대한 대책이 전혀 없는 전형적인 비위생 매립방식으로 운영되었고 여기에 과도한 양의 쓰레기를 매립하여 다양한 문제를 야기하였다. 무엇보다 비위생적인 매립지관리로 인하여 침출수와 매립가스가 토양, 수질, 대기 오염의 문제 등의 환경 문제를 일으켰고, 비계획적인 과도한 양의 매립은 지반침하와 사면붕괴 같은 안전문제를 초래했다. 침출수의 경우 BOD(생물학적 산소요구량) 72mg/l, COD(화학적 산소요구량) 605mg/l, T-N(총질소) 1,418mg/l로 매우 높아 주변지천, 지천이 연결되는 한강, 그리고 시민건강과 직결될 수 있는 지하수 오염과 같은 악영향이 우려되었다<sup>5)</sup>. 쓰레기 분해 과정에서 발생하는 매립가스는 대표적인 온실가스인 메탄가스와 이산화탄소가 주성분인데, 특히 인화성과 폭발성이 강한 메탄가스로 인해 난지도는 수차례의 화재 사고를 겪기도 하였다. 이와 함께 매립된 쓰레기가 분해되는 과정에서 쓰레기 층의

4) 서울특별시 월드컵공원관리사업소 환경보전과, 2006, “난지도 그 향기를 되찾다”  
5) 임영국, 2006, “난지도 매립지 안정화”

불균일한 침하와 막대한 쓰레기량의 무게로 인하여 진공공간이 사라지면서 침출수 수위가 상승하여 사면붕괴의 가능성도 누적되는 상황이었다. 또한, 쓰레기를 운반하는 차량이 유발하는 분진과 소음공해도 서울시의 주요한 공해 중 하나였다.



그림 4. 폐품을 수집하는 난지도 사람들

출처: <http://worldcuppark.seoul.go.kr>

난지도매립지는 환경문제 외에도 다양한 사회문제를 야기했다. 쓰레기더미에서 찾아낸 유가품으로 생계를 이어가는 다수의 도시빈민들에게는 난지도 매립장이 생계의 터전이었다. 이들은 쓰레기 악취, 먼지, 번식하는 해충과 새, 차량이 내뿜는 대기 오염물질을 접하는 작업을 매일 이어나갔다. 이들이 거주하는 공간 또한 서울시가 마련해준 쓰레기더미 부근의 허름한 벽돌집으로 주거환경이 매우 열악하였다. 한마디로 도시빈민들은 환경, 보건, 안전 모든 측면에서 위험에 노출되어 있었다.

1992년 말부터 서울의 폐기물은 수도권매립지로 향하기 시작했고 1994년부터는 더 이상 난지도에 쓰레기가 오지 않았다. 난지도는 1978년에 서울시 매립장으로 역할을 시작하여 15년이 경과한 1993년에 매립지로서 역할을 종료한 것이다. 그러나 매립지로 인해 발생하는 환경문제는 그치지 않고 지속되었다. 매립의 종료로 일자리가 사라진 도시빈민들의 일자리와 삶터도 문제로 부상했다. 서울시 정부에게 더 큰 문제는 쓰레기 매립이 끝난 이 땅을 어떤 용도로 사용해야 하는지에 대한 논의였다. 난지도 활용방안에 대하여 학계 및 업계의 의견은 ‘조기개발론’과 ‘안정 후 장기개발론’으로 나누어졌다. ‘조기개발론’은 매립된 폐기물을 해안매립지 등 다른 곳으로 옮겨 처리하고 난지도를 택지 또는 업무지구 같은 새로운 용도로 개발하자는 것이었다. 반면에 ‘안정 후 장기개발론’은 매립가스, 침출수 등의 오염방지시설 설치, 토양 안정화, 상부토지의 환경생태공원 조성 등의 사업을 우선적으로 추진하고 개발여건이 성숙되면 장기적으로 개발하자는 안이다<sup>6)</sup>. 이에 대해

6) 조덕현 (2005) 남산공원과 월드컵 공원의 비교분석: 생성과정과 이용현황 중심, 서울시립대학교

서울시는 다양한 측면에서 고민을 거듭한 끝에 “현재 상태를 유지하면서 환경오염 방지 및 안정화공사를 하고, 장래를 위해 사용을 유보하자”는 결정을 내리게 된다7).

### 3. 정책의 중요성

난지도 생태공원 조성 정책은 다양한 측면에서 서울시의 친환경적 관리에 긍정적인 역할을 담당하였다.

첫째로, 난지도 안정화사업은 서울시가 폐기물매립지를 정부보다 앞서 선도적으로 관리한 사례이다. 난지도 매립지가 종료되던 1993년에는 매립지 사후관리규정이 국내에는 마련되지 못했다. 국내 매립지 사후관리규정은 1996년 폐기물 관리법에서 처음 등장하였고, 핵심내용은 “1998년 이후부터 폐쇄되는 매립지는 적절한 사후관리를 위해 공학적인 대책을 마련하고 20년 이상 환경관리를 의무화 한다”이다. 2010년에 사후관리규정은 더욱 강화되어 사후 환경관리기간이 30년으로 늘어났다. 난지도 매립지의 경우 1993년에 매립이 종료되어 사실상 폐기물관리법이 정하는 쓰레기매립지 사후관리규정의 적용 대상이 아니었다. 하지만 서울시는 국내 및 해외의 지속가능한 폐기물관리 정책방향의 변화기류를 예측하고 선제적으로 매립지안정화 공사를 선택함으로써 매립지 사후관리의 모범적인 사례를 제시하였다.



그림 5. 난지도 생태 공원 주변 녹지와 하천

출처: 서울연구원, 2014, “2014 경제발전경험모듈화사업: 난지도 생태공원 복원”

석사학위 논문

7) 서울연구원, 2014, “2014 경제발전경험모듈화사업: 난지도 생태공원 복원”

둘째로, 난지도 생태공원은 주변 녹지 및 하천 생태 공간과 연결되어 자생적 생태 기능 회복기능을 갖추고 있다. 난지도 생태공원은 한강, 불광천, 흥제천, 향동천과 만나며 이들 물길의 둔치에 형성된 초지는 난지도 생태공원의 초지와 연결된다8). 서울시는 난지도 공원을 관리함에 있어 일부 먹이식물의 식재와 서식조건을 개선하는 것 이외에는 어떠한 인위적 간섭을 배제하고 있는데, 그럼에도 불과하고 공원 조성 후 난지도 공원과 주변 생태공간에 서식하는 동식물의 개체수가 크게 늘었다.



그림 6. 마포 자원회수시설

출처: <https://seoulsolution.kr>

셋째로, 안정화 사업의 일환으로 얻어진 매립가스를 지역난방의 연료로 활용하면서 서울시의 자원순환도시 형성정책에 기여하고 있다. 매립가스 중 연료 가치가 있는 성분은 메탄가스이며, 2002년~2013년 12월까지 난지도 생태공원에서 연료로 활용된 매립가스는 총 232,572천m<sup>3</sup>, 약 82억원의 경제적 가치를 갖는다9). 회수된 매립가스는 난지도 생태공원내에 건설된 지역난방시설에 공급된다. 공원에는 인근 지역의 생활폐기물을 처리하는 소각시설(시설용량 750톤/일)도 운영되고 있고 회수된 소각열 또한 지역난방시설에 공열원으로 공급된다. 생태공원에 매립가스 회수 시설, 생활폐기물 소각시설, 지역난방시설이 함께 입주하면서 회수된 에너지를 지역 난방시설에 공급하는 경우는 결코 흔치 않은 사례이다.

넷째로, 사용이 종료된 쓰레기매립지를 공원화하면서 폐기물관리에 대한 시민들의 인식을 크게 전환하였다. 쓰레기매립지로 활용되던 당시에 난지도는 환경오염 및 악취의 근원지라는 인식만 남겼다. 하지만 생태공원 조성으로 인하여 폐기물처리시설은 주변지역 주민들에게 휴식처로 변모하였으며, 대표적인 서울시의 환경관리 우수사례로 국내외에 널리 알려져 있다.

8) 서울연구원, 2014, “2014 경제발전경험모듈화사업: 난지도 생태공원 복원”

9) 서울연구원, 2014, “2014 경제발전경험모듈화사업: 난지도 생태공원 복원”

#### 4. 다른 정책과의 관련

난지도 생태공원 조성은 크게 『상암 새천년 신도시 기본계획』 및 『한강 새모습 가꾸기 사업』과 연계되어 진행되었다.

##### 1) 상암 새천년 신도시 기본계획

『상암 새서울타운 발전구상』은 1998년부터 2000년까지 진행된 상암지구 조성사업에 대한 계획이다. 상암지역을 미래도시이자 서울의 신부도심으로 육성하고자 하는 장기계획을 담고 있으며, 첫 번째 단계로 난지도매립지 안정화와 매립지부지 이용방안을 주변시설 및 개발계획에 연계하고 있다<sup>10)</sup>. 계획의 주요방향은 남북 통일 시대에 대비하는 “관문도시”, 21세기를 대비하는 “정보도시”, 사람과 환경이 공생하는 “생태도시”이다. 경의선, 영종도 신공항철도, 지하철 6호선 등 3개역의 환승역 건설과 역세권 개발에 대비한 계획적 개발, 난지도 쓰레기 매립지 안정화와 미래이용에 대비한 시나리오 구상과 단계별 계획방향 설정, 월드컵 행사의 성공적인 개최를 위해 도시발전 방향과 부합하는 정비방안 마련, 상암 밀레니엄 시대에 적합한 생태도시계획의 설계지침서 제시, 고속철도 건립에 대비한 계획적 대응 등이 계획의 주요목표이다.



그림 7. 상암새천년 타운과 난지도 생태공원

출처: <https://seoulsolution.kr/>

10) 서울시경개발연구원, “상암 새천년 신도시 기본계획”, 2000

또한 이 계획은 상암지역을 도심기능, 유통, 주거, 공원녹지 등 복합기능을 가진 신도시로 육성하고자 디지털미디어시티(DMC), 환경친화 주거단지, 월드컵공원 등 3개 지구로 토지이용을 구분하고 있다.

##### 2) 한강 새 모습 가꾸기 사업

『한강 새 모습 가꾸기 사업』은 수질개선과 생태계 회복, 여가시설 마련 등을 통해 한강을 매력적인 장소로 만들어 시민뿐만 아니라 외국인들도 즐길 수 있는 사람과 환경이 공존하는 공간 조성을 목적으로 추진한 사업이다. 한강변에 위치한 난지도 생태공원 조성 또한 한강의 경관 및 수질개선과 연계하여 추진되었다. 난지한강공원은 한강공원 중 두 번째 규모의 공원으로, 2002년 월드컵대회에 활용하고자 습지를 통한 자연정화, 시민들에게 여가 제공 등의 기능을 갖추었다. 한강 새 모습 가꾸기 사업은 1999년 상반기에 ‘한강 새 모습 가꾸기’ 기본계획이 마련되고, 2000년부터 각종 시설의 확충 및 관리·유지, 역사유적지 보존·복원 그리고 녹색지대 조성, 홍보 등의 방향으로 추진되었다.

#### 5. 정책목표

난지도 생태공원 조성에 관한 밀레니엄 공원 기본계획은 다음의 세 가지 정책 목표를 제시하고 있다. 첫째는 쓰레기 매립지를 친환경공간으로의 재생, 둘째는 2002년 월드컵 주경기장 주변 지역의 환경 정비, 마지막으로 상암 새천년 타운 정비사업의 오픈스페이스 및 공원 역할로 친환경적 도시 구축에 기여하는 것이다<sup>11)</sup>.

난지도는 15년 동안 비위생 쓰레기 매립을 지속하면서 주변 지역에 대기오염, 수질오염, 악취, 해충번식, 안전 등 다양한 분야의 문제를 초래하였다. 앞서 논의된 바와 같이 난지도의 사후 관리에 대해서는 쓰레기 매립이 종료된 후에는 쓰레기를 옮기고 새로운 용도로 땅을 활용하자는 의견과 그 상태에서 쓰레기기를 안정화하고 장애의 토지이용을 위해 단기적인 활용을 유보하자는 의견으로 나누어졌다. 하지만 최종적으로 난지도를 생태공원으로 조성하는 안이 채택되었다. 생태공원 조성을 통하여 버려졌던 땅을 친환경적인 공간으로 재생하여 새천년의 디딤돌이 되게 하고 미래지향적인 환경 이슈의 대안을 제시하며 문화적 특성을 담을 수 있도록 하였다.

두 번째의 정책 목표는 난지도 생태공원 조성을 통한 월드컵경기장 주변 상암지역

11) 서울시, “밀레니엄 공원 기본계획”, 2000

의 환경 개선이었다. 한국은 2002년 월드컵경기대회 개최국으로 선정되었고, 서울의 상암은 월드컵 주경기장을 건설지로 결정되었다. 그러나 주변 환경은 열악했다. 난지도매립지의 쓰레기 산, 오염된 물이 흐르는 지천, 도시민들의 거주지 등에 대한 정비가 시급하였다. 이에 생태공원 조성사업은 월드컵경기장 주변에 대한 대대적인 환경정비 역할을 맡게 되었다.

세 번째로, 1990년대 서울시는 급속하게 늘어가는 주택수요를 해결하기 위하여 상암 일대를 환경친화적 도시로 변모시키고자 하였다. 1990년대는 서울시의 개발 및 주택 수요 증가로 택지개발이 활발하게 일어났는데, 단독주택과 취락, 농지일대였던 상암동도 예외가 아니었다. 이에 있어 상암 지역을 부도심으로 육성하기 위하여 주거지 건설을 계획하였으며, 난지도에 대규모 공원을 조성하여 주민들의 삶의 질을 높이고 상암 새천년 타운을 친환경적 도시로 만드는 배후녹지의 기능을 갖도록 하였다.

6. 주 정책내용

월드컵 개최 시기에 맞추어 난지도 생태공원 조성사업이 종료될 수 있도록 서울시의 모든 조직적 역량이 사업에 집중되었다. 단시간에 사업이 추진되도록 사업을 8개의 공사-매립지 안정화공사, 평화의공원 조성공사, 하늘공원 조성공사, 사면녹화공사, 희망의 숲 조성공사, 노을공원 조성공사, 난지천공원 조성공사, 난지한강공원 조성공사-로 나누어 진행하였고, 설계에 서울시 6개 부서, 공사발주 및 감독에 서울시 5개 부서가 참여하였다. 이와 함께, 설계에 9개 기업, 시공에 23개 업체, 공사감리에 6개 업체 등 민간의 전문기업도 다수 참여하였다<sup>12)</sup>.

난지도 생태 공원 조성은 크게 매립지 안정화 공사와 공원 조성 공사로 나누어지며, 안정화 공사에 1,405억원, 공원 조성 공사에 827억원 등 총 2,232억원의 재원이 생태 공원 조성에 투입되었다. 이와 같은 재원은 모두 서울시의 일반재원으로 충당되었다<sup>13)</sup>.

12) 서울연구원, 2014, “2014 경제발전경험모듈화사업: 난지도 생태공원 복원”  
 13) 서울연구원, 2014, “2014 경제발전경험모듈화사업: 난지도 생태공원 복원”



그림 8. 난지도 생태공원 조성 사업 이행 조직 구성

출처: 서울연구원, 2014, “2014 경제발전경험모듈화사업: 난지도 생태공원 복원”

1) 난지도 안정화 공사

쓰레기매립이 종료된 난지도는 약 2020년까지 안정화가 진행될 것으로 예상되고 있다. 매립지 안정화란 매립된 폐기물이 장기간에 걸쳐 유기물은 분해되어 매립가스 또는 침출수의 형태로 배출되고, 무기물과 중금속류는 용탈되어 침출수로 배출되면서 매립 지반이 침하되고, 가장 최종적으로는 원래의 토양과 같은 상태로 환원되는 것을 말한다<sup>14)</sup>. 난지도는 쓰레기 매립기간동안 비위생방식의 매립을 지속해와, 침출수, 악취, 유해가스가 발생하여 주변 환경의 수질과 토양 오염을 초래하였으며 또한 지역 생태계가 파괴되는 심각한 환경문제를 초래하였다 따라서, 난지도 안정화 공사는 매립지의 환경 오염 원인을 처리하고 친환경 공원 조성의 준비 작업의 목적을 가지고 시작되었다. 안정화 공사는 침출수가 새어나가지 않도록 차수벽을 세우고 침출수 처리, 매립지 상부에 흙을 덮어 초지를 조성하는 상부 복토 작업, 매립가스를 모으고 처리하는 가스 처리와 매립지의 경사진 면이 무너지지 않도록 사면 경사를 조정하고 녹화 작업에 적합한 땅으로 조성하는 사면안정화 작업으로 이루어져있다.

2) 생태 공원 조성 공사

난지도 생태공원은 약 105만평 규모로 내부 공간을 5개의 공원 - 평화의 공원, 난지천 공원, 제1매립지 하늘 공원, 제2매립지 노을 공원, 난지한강공원 -으로 나누어

14) 환경부 (2010) 사용종료 매립지 정비지침.

구성되었다. 각 공간들은 독립적인 특성을 지니면서도 공원 전체가 통합적이고 유기적인 의미를 지니도록 설계되었다. 난지도 생태 공원의 주된 계획개념은 ‘상호 공존 및 공생’ 이고, 자연과 인간문화의 공존, 환경보전과 인간이용의 공생적 관계 구축, 인공구조물과 자연경관의 조화를 추구하였다. 하지만 공원으로서는 역할 이외에도 쓰레기 매립층의 침하에 대비하고 또한 침하를 관찰할 수 있도록 배수계획과 토공계획을 공원조성에 반영하였다.



그림 9. 난지도 생태공원 조성도  
출처: <http://worldcuppark.seoul.go.kr>

3) 지속가능한 폐기물 관리

난지도 생태공원 조성과 더불어 노을공원과 하늘공원 사이에 마포자원회수시설이 건설되었다. 마포구, 용산구, 중구 등에서 발생하는 생활폐기물을 하루 750톤 처리할 수 있는 소각시설이며, 2000년 6월부터 2003년 12월에 걸쳐 공사가 이루어졌다. 자원회수시설이 건립되고 지역 난방시설, 침출수 처리장, 매립가스 회수시설 등이 공존함으로써 난지도 생태공원은 종합적인 자원순환기지의 기능도 갖추게 되었다. 또한 자원회수시설은 처리과정을 시민들이 직접 볼 수 있도록 견학프로그램을 운영하고 미래의 생태도시를 상징하는 건축물을 디자인함으로써 환경교육장의 역할도 담당한다.

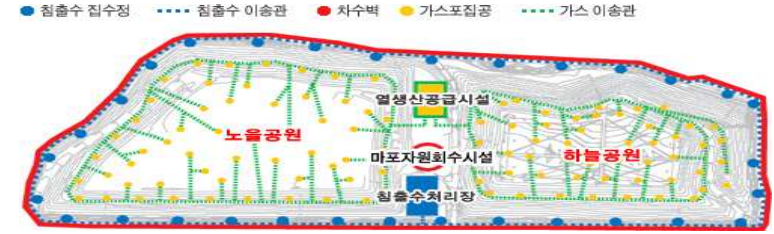


그림 10. 자원회수시설 및 관련시설  
출처: <http://worldcuppark.seoul.go.kr>

7. 기술적 내용

난지도 생태복원사업은 쓰레기매립지 안정화 공사와 생태공원 조성 사업이 주요한 내용이다.

1) 안정화 공사



그림 11. 난지도 안정화 사업 단면도  
출처: <http://rrf.seoul.go.kr>

안정화 공사는 15년 동안 난지도에 쌓은 서울시의 폐기물 더미를 주변지역으로부터 격리하여 주변 환경을 복원하는 것을 목적으로 했다. 안정화 공사는 침출수로 인한 수질오염을 방지하는 차수벽 설치 및 침출수 처리, 매립가스를 모으고 처리하는 매립가스 처리, 매립지의 사면 안정처리, 매립지 상부에 흙을 덮어 초지를 조성하는 상부복토작업 등 크게 4가지로 이루어졌다<sup>15)</sup>.

침출수 시설에는 차집시설과 처리시설이 있다. 차집시설공사(차단벽과 집수정)는 침출수가 주변지역으로 유출하는 것을 막고 매립지내 침출수 수위를 안정수위로 유지시켜 사면의 붕괴를 예방하는 데에 목적이 있다. 수평배수형 집수정 31개소를 우물통(Caisson)공법으로 하부층적층 3m 깊이까지 설치하였다. 이 공법은 지하수위 조절효과가 탁월하고 공사비가 저렴하다. 차단벽은 침출수가 외부로 유출되는 것을 방지하는 기능을 하며 S.S.P Wall, C.B.S Wall을 혼합한 공법으로 매립지 주변으로 깊이 19m~48m, 길이 6,235m의 규모로 설치하였다<sup>16)</sup>. 집수정에 모인 침출수는 펌프를 통해 침출수처리장으로 보내고 이를 다시 난지하수처리장으로 보낸 뒤 한강으로 방류한다.

폐기물의 생물학적 분해과정에서 발생하는 매립가스 또한 대기 중으로 발산되는 것을 억제하고자 포집하여 처리된다. 난지도매립지의 경우 평균 매립가스 발생량은 432천Nm<sup>3</sup>/일이며 주성분은 메탄(51%)과 이산화탄소(46%)이다. 매립가스로 인한 악취 확산 및 폭발 위험성을 제거하기 위하여 매립지 상부를 차단층으로 덮어 가스 발산을 봉쇄하였다. 매립가스 처리는 유해가스를 포집하여 안정적으로 처리하고 식물이 성장할 수 있는 환경을 제공하는 역할을 한다. 계획에 반영된 매립가스 포집량은 300Nm<sup>3</sup>/min이며, 매립지 상부에 120m 간격으로 설치된 수직추출정 55공과 매립지 사면에 설치된 51공의 수직추출정을 통해 포집된다. 포집된 가스는 매립가스 처리시설로 모아 지역난방시설 열원으로 활용하고 남은 매립가스는 소각한다. 매립가스 포집설비 및 처리시설은 한국지역난방공사에서 관리한다.

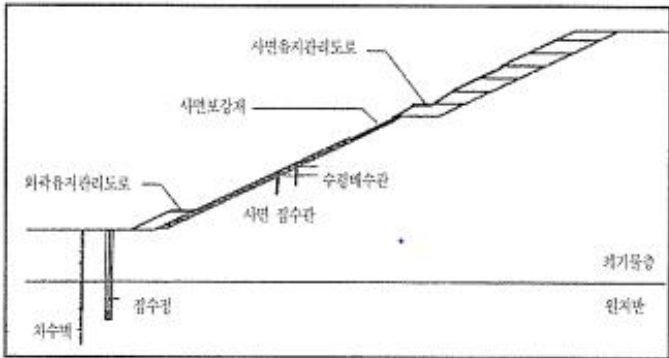


그림 12. 난지도 매립지 안정화공사 사면 안정시설 설계 개념도  
출처: 임영국, 2006, "난지도 매립지 안정화"

15) 서울연구원, 2014, "2014 경제발전경험모듈화사업: 난지도 생태공원 복원"  
16) 서울특별시 월드컵공원관리사업소 환경보전과, "난지도 그 향기를 되찾다", 2006

사면안정화처리는 사면붕괴를 방지하고 우수 침투를 최소화하는데 목적이 있다. 사면경사가 1:2보다 완만한 구간은 유지하고 1:2보다 급한 사면은 사면경사를 조정하고 길이 9m에 보호공을 설치하였다. 유지관리단계에서는 강우에 의한 사면 유실을 방지하기 위해 사면 순찰, 수로 정비, 보수작업 등이 꾸준히 이루어지고 있다. 또한 식생이 취약한 사면에는 잔디를 식재하고 참싸리를 파종하여 사면 안정성을 보강하였다. 강우로 인해 붕괴가 발생할 수 가능성이 있는 사면은 천막지를 덮어 사면유실을 방지하기도 하였다. 이외에 연 2회 기술사 등 외부 전문가의 육안 점검 등을 통한 정기안전점검도 실시하고 있다.

상부정지 및 복토작업은 우수 침투를 방지하고자 차수막(HDPE)을 설치하고 식물이 상부에서 성장할 수 있도록 흙을 덮는 작업으로 이루어졌다. 복토작업은 쓰레기 매립층위에 지지층 50cm, 차단층(HDPE) 1.5mm, 배수층 30cm, 여과층 부직포, 그 위에 식생층 30cm, 마직막으로 표층 30cm 등이 순차적으로 조성되어 총 깊이는 평균 1.4m이었다. 최종상부는 4% 내외의 경사를 갖도록 정지하여 우수의 배제가 쉽도록 하고 식물을 심기에 적당한 땅으로 만들었다. 앞으로 매립지가 얼마나 침하할지에 대해서는 쌍곡선법 Gibson & Lo Model 및 Power Creep Law 등의 침하량 예측 방법을 통해 예측하여 상부정지 및 복토작업에 반영하였다. 20년간 이루어질 중앙부의 최대 침하량은 3.6m 이상으로 예측되었다<sup>17)</sup>.

표 1. 난지도 생태 공원 사업 기술 세부 내용

구분	공사내용
가. 상부정지 및 복토	
1) 목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>•상부 : 우수 침투를 최소화하여 침출수 발생량을 최소화하고 표면 가스누출 방지 및 식생</li> <li>•사면 : 기존안정사면은 최대한 유지, 외곽유지관리도로 및 사면유지관리도로 주변 절·성토 구간은 식생복원 및 보호공 설치</li> </ul>
2) 상부정지경사	<ul style="list-style-type: none"> <li>•우수의 원활한 배제를 위한 정지경사 4% 내외</li> </ul>
3) 최종복토층 단면	<ul style="list-style-type: none"> <li>•최종복토층(1.4m) : 표층(30cm), 식생층(30cm), 배수층(보호층, 30cm), 차단층(HDPE 1.5mm), 지지층(50cm)</li> <li>•매립가스 추출정, 이송관로 및 도로부는 동다짐</li> </ul>
나. 침출수 차단	
1) 목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>•매립지를 중심으로 난지천, 불광천, 한강 등의 주변지역 침출수의 오염확산을 방지</li> </ul>

17) 임영국, 2006, "난지도 매립지 안정화"

2) 설치구간 및 방법	•매립지 주변 전체에 Coment Bentonite Slurry Wall 및 강 널말뚝(Steel Sheet Pile)으로 차수벽 설치
3) 설치심도 및 연장	•설치심도: 풍화암 1m, 연암 0.5m 근입 •연장 : 6,235m (S.S.P : 3,320m, C.B.S : 2,915m)
다. 침출수 차집 및 처리	
1) 목적	•사면누출 및 기저침출수 적정 차집 후 최적처리
2) 사면집수시설	•사면집수관 : 6,003m, MAT형 다발관 : 3,622m •수평배수관 : 667공
3) 차집시설	•수평배수형집수정 : 31개소, 수평 Strainer : 9,300m(186공)
4) 이송시설	•자연유하관로(MDPE) : 5,186m, 압송관로(PEM) : 2,035m •중개펌프장 : 3개소
5) 처리시설	•상시전처리후 난지하수처리장으로 이송 합번처리 •처리공정 : 유량조절+응집침전+펜톤산화 •처리용량 : 1,860톤/일
라. 발생가스 포집 및 처리	
1) 목적	•폐기물 분해시 발생하는 발생가스(375Nm <sup>3</sup> /min)의 포집 및 처리
2) 포집시설	•추출정 : 106공
3) 이송시설	•이송관로(HDPE) : 13,250m
4) 처리시설	•송풍기 : 5대
마. 사면안정	
1) 목적	•사면붕괴에 대한 안정성 확보 및 우수침투 최소화
2) 수평배수관 시설	•길이 : 9m , 설치개소 : 667공
바. 하수슬러지 처리	
1) 목적	•매립슬러지(565,882m <sup>3</sup> )의 처리, 처분을 통하여 위해성 제거, 재활용 및 토지 이용의 효율증대
2) 처리방안	•매립지 하부 정지용 성토재 : 202,210m <sup>3</sup> •슬러지혼합토사 복토재 활용 : 16,890m <sup>3</sup> - 지지층 : 91,570m <sup>3</sup> - 식생층 : 77,320m <sup>3</sup> (상부+사면부) •토양화(Soil-like) : 194,700m <sup>3</sup>

출처: 임영국, 2006, "난지도 매립지 안정화"

2) 생태 공원 사업

① 평화의 공원



그림 13. 평화의 공원 기본계획안  
출처: <http://www.lafent.com>

평화의 공원은 월드컵경기장과 강북강변로 사이의 평지 약 44만m<sup>2</sup>의 크기로 쓰레기가 10m 정도 매립된 표고 15~10m의 평탄지위에 조성되었다. 공원의 주제는 '평화'로 월드컵공원 전체를 아우르는 '상호 공존 및 공생'과 연관되어 있다. 특히, 월드컵 경기를 개최하면서 세계인의 화합과 평화를 지향하는 이미지를 형상화하고자 설계되었다.

평화의 공원은 한강사업기획단에서 기본설계를 하였으며, 공원녹지관리사업소 월드컵공원추진반에서 실시설계 및 공사를 추진하였다. 유니세프 광장, 난지연못, 평화의 정원, 피크닉장, 난지도이야기(월드컵공원 전시관) 등으로 구성되어 있다. 수공간에는 50cm 높이의 목재데크로 수변 산책로를 조성하였다. 중심부의 난지 연못은 한강 물을 끌어와 조성하였으며, 수질 정화능력이 뛰어난 부들, 아기연꽃, 수련, 속새, 꽃창포 등을 심어 수질을 유지하고 있다.

② 하늘공원

하늘공원은 제2 매립지 위에 약 19만m<sup>2</sup> 넓이로 조성된 초지(草地) 공원이다. 난지도매립지 중 토양이 가장 척박한 지역이므로, 척박한 땅에서 어떻게 자연이 다시



태어날 수 있는지를 상징적으로 보여주고자 설계되었다.

하늘공원의 기본계획은 밀레니엄공원 기본계획위원회에서 수립하고, 조경계획 및 실시설계는 ㈜유신코퍼레이션, ㈜평화엔지니어링이 담당하였으며, 시공은 반도환경개발(주), 임원개발(주), 동일건설(주)이 시행하였다. 하늘공원 조성에 투입된 재원은 총 256억원였다. 광활한 초지를 컨셉으로 조성되었으며 배수(排水)를 위해 만들어진 능선을 경계로 하여 네 개 지구로 분리하여 남북 구간에는 높은 키의 초지를, 동서 구간에는 낮은 키의 초지를 조성하였다. 구체적으로 남북 구간에는 억새 및 억새와 유사한 경관 이미지를 줄 수 있는 다년생 초지로 구성되며, 동서구간의 낮은 키 초지공간에는 자생 초지를 중심으로 하면서 일부구역에는 귀화초지를 식재하여 조성 이후 귀화초지와 자생초지가 경쟁하는 천이단계를 볼 수 있도록 하였다. 전 지역이 십자형 관리도로에 의해 4~8%의 규칙적인 배수구배를 갖도록 되어있다. 안정화공사를 할 때 차수층 상부의 식재 가용 토심이 60cm 정도에 불과하고 지반이 불안정하여 교목 식재, 구조물 설치의 피했다. 하늘 공원에는 광활한 초지가 형성되었으며 현재 매년 10월에는 억새 축제가 개최된다.

③ 노을공원

노을공원은 제1 매립지 위에 약 34만㎡의 규모로 조성되었다. 계획 초기에는 총 면적의 57% 정도를 대중골프장으로 조성하고 나머지 부지는 시민 여가시설 및 식생지로 구상하였다. 이에 따라 제1매립지 상부 면적의 57%에 골프코스로 활용하고, 나머지 43%의 지역은 자연 식생지, 시민운동 및 산책 시설 등으로 이용하려 하였다. 하지만 골프장으로서의 이용에 반대가 심해 2008년과 2009년에 대중골프장을 가족공원으로 전환하고 조각공원도 함께 설치되었다. 현재는 카페, 어린이 놀이공간, 파크 골프장, 가족 캠핑장 등의 시설을 갖추고 가족 공원으로 이용되고 있다.

④ 난지천공원

난지천공원은 난지도 쓰레기층(하늘공원과 노을공원)과 상암지구 사이의 폭 70~250m의 저지대에 조성되었다. 난지천은 난지도매립지로부터 발생하는 침출수로 인하여 수질오염이 극심했던 지역이다. 이곳의 중앙 부분에는 쓰레기가 일부 매립되기도 하였고 하천은 심하게 오염되었던 곳이다. 이에 있어 난지천 공원은 난지천과 주변을 공원으로 조성하여 오염하천이 자연하천처럼 생태적으로 복원되는 모습을 보여주고자 하였다.

난지천공원의 조성목표는 상암 세천년타운의 거주자들, 특히 장애인, 노약자, 청소년을 위한 공간이었다. 이에 따라 연못 방향으로 기울어진 완만한 잔디 피크닉장을

조성하고 가까이에 자연소재와 지형을 활용한 독특한 형태의 자연형 놀이터를 설치하였다. 연못 주변에는 산책로와 징검다리를 설치하여 가족단위 이용객들이 습지생태 학습의 기회를 갖도록 하였다. 이와 함께 난지천공원에는 주민이 이용할 수 있는 운동 및 놀이시설도 설치하였다. 특히 장애인 및 노약자들이 이용할 수 있는 운동시설을 집중배치 하였으며, 운동시설을 소규모 단위로 나누고 숲속의 길을 따라 서로 엮어주는 형태로 배치하여 황량함을 없앴다. 운동시설과 하천 사이에는 곡선형의 산책로를 조성하고, 하천변으로 접근성을 높이고 다양한 야생초화류를 가까이서 볼 수 있게 하였다.

⑤ 난지한강공원

난지한강공원은 13개의 한강공원 중 두 번째로 큰 공원이다. 난지한강공원은 지역 주민들의 레크레이션 장소로 이용될 수 있는 근린생활권공원으로서 운동시설, 놀이시설, 피크닉장 및 산책로 등을 제공하는 동시에 월드컵대회 시 원활한 운영개최를 위한 필요한 기능을 동시에 수용하도록 하였다. 난지 한강공원의 토지이용계획은 부지여건에 따라 선착장지구, 캠프장지구, 중앙광장지구, 운동시설지구, 수변생태공원지구로 구분하여 이루어졌다.



그림 14. 평화의 공원

출처: <http://worldcuppark.seoul.go.kr>



그림 15. 하늘 공원

출처: <http://www.lafent.com>



그림 16. 노을 공원

출처 <http://worldcuppark.seoul.go.kr>



그림 17. 난지천 공원

출처 <http://worldcuppark.seoul.go.kr>



그림 18. 난지한강공원

출처: <http://hangang.seoul.go.kr/archives/3021>

## 8. 정책효과

### 1) 환경적 효과

난지도의 생태계는 생태공원 조성사업 이후 난지도는 물론이고 주변지역까지 크게 개선되었다. 공원에는 수목과 초본식물이 100만주 넘도록 식재되었다. 쓰레기 매립이 종료된 1년 후인 1994년에는 24과 89종의 식물이 자라는 것이 보고되었다. 3년 후에는 풀과 나무가 쓰레기 층의 경사면을 덮었으며, 1994년에 비해 식물종도 60과 271종으로 크게 증가하였다. 이후에도 계속적으로 증가하여 2010년에는 식물종이 95과 502종으로 늘어났다. 식물종은 자연적으로 늘어났으며, 다양한 귀화식물이 분포하고 있다. 쓰레기매립 당시 유입된 귀화식물이 열악한 환경에서 적응하여 국내 귀화식물 종의 50%가 난지도에서 발견될 정도로 독특한 생태계가 형성되었다. 현재는 천이로 인해 22%의 귀화종만 남아있다. 새, 곤충, 양서류, 어류, 포



맹꽁이



아까시나무

그림 19. 난지도에서 관찰할 수 있는 맹꽁이

출처: <http://worldcuppark.seoul.go.kr>

그림 20. 난지도에 꽃핀 아까시나무

출처: <http://worldcuppark.seoul.go.kr>

유류들의 서식도 함께 증가하였다. 공원 조성 이전에 조사된 동물은 167종이었으며 공원 조성 후에는 731종으로 늘어나 난지도 생태공원이 생태적으로 건강함을 보여 주고 있다. 늘어난 조류들은 한강, 난지연못, 난지천, 산림 등을 서식처로 삼고 있다. 또한 멸종위기종인 맹꽁이와 삿 등도 서식하고 있다는 사실이 확인되었다.

또한 난지도 생태공원 조성은 생물 다양성 증진효과와 함께 대기 및 수질 환경의 개선에도 크게 기여하였다. 서울시는 3년마다 마포자원회수시설 주변의 환경상 영향조사를 실시하는데, 대기질, 소음, 수질, 토양 등 분야별 환경기준을 모두 만족하고 있다<sup>18)</sup>. 참고로 마포자원회수시설 주변에는 주민이 거주하지 않아 반경 2km까지 범위를 확대하여 환경질을 측정하고 있으며, 반경 2km에는 난지도 생태공원 모두가 포함된다.

### 2) 경제적 효과

안정화 및 공원화 사업은 매립가스 회수를 통한 경제적 효과와 택지개발로 인한 경제적 효과를 창출하였다. 난지도 생태공원에서는 현재 하늘공원과 노을공원 상부와 비탈면서 매립가스 포집정을 설치하고 이송관로로 연결하여 매립가스를 포집하고 있으며, 이와 같이 포집된 매립가스는 한국지역난방공사의 보일러 연료로 사용되고 있다. 지난 2002년부터 2013년까지 총 232,592 천m<sup>3</sup>의 매립가스가 보일러 연료로 이용되었으며, 이는 약 연 686백만원 상당의 자원 절약으로 인한 경제적 효과를 창출하였다<sup>19)</sup>. 한국지역난방공사에서 처리된 매립가스는 월드컵 경기장 및 주변 공동 주택과 업무용 빌딩에 난방열로 사용되고 있다. 현재 매립가스의 발생량은 매립지의 안정화가 진행됨에 따라 줄어들고 있는 추세이다.

18) 서울시 마포자원회수시설 주변, 대기 소음 수질 토양 등 환경기준만족

<http://www.newswire.co.kr/newsRead.php?no=738274>

19) 서울정책아카이브 홈페이지, 난지도 생태공원 조성사업 (<https://seoulsolution.kr>)

난지도 매립지 주변은 매립지로 인한 악취 및 환경 오염으로 인해 월드컵 공원이 조성되기 전까지는 주거지로서 수요가 많지 않고 미개발지로 남아있던 지역이었다. 하지만 생태공원의 조성으로 주변 생태계 및 환경이 크게 개선되었으며 디지털미디어시티(DMC: Digital Media City) 계획으로 상암 지역의 지가가 크게 상승하게 되었다. 1999년 상암택지개발지구의 청약 당시 매우 높은 경쟁률을 보였으며<sup>20)</sup> 1㎡ 당 토지 거래가격이 1996년 90만원 수준에서 1999년 120만원 ~ 150만원으로 주변 지역의 가치가 상승하였다. 이 배경에는 상암지구가 레저쇼핑과 문화시설, 난지도 생태공원 및 수상공원, 각종 편의시설 및 스포츠 시설을 갖춘 특급주거지(‘21세기 새 서울 타운’)로 탈바꿈한다고 발표되었기 때문이다. 택지개발면적도 145만㎡로 당시 수도권 내 최고 인기지역 중 하나인 용인·수지구(135만㎡)를 웃도는 규모였다.

3) 사회문화적 효과

난지도 생태공원은 대표적인 서울시의 환경친화사업으로 자리 잡아 연간 약 980만 명의 시민과 해외방문객이 이용하고 있다. 서울시의 대표캠핑장인 노을캠핑장의 경우 2010년 5월 개장 시 2만1000명이던 이용객이 2013년에는 5만2000명으로 증가하는 등 캠핑장 이용객이 매년 증가하고 있다. 인터넷을 통한 선착순 예약이 5분 내 마감될 정도로 인기가 높다. 또한 파크골프, 누에생태체험장, 자연물놀이터, 반딧불이 생태관 및 식서처, 도시농부 정원 등 볼거리 즐길 거리가 풍성하다.

이와 함께, 서울시 푸른도시국 서부공원녹지사업소는 난지도 생태공원에서 시민들이 다양한 체험을 할 수 있도록 매달 반딧불이 생태관 해설 프로그램, 누에 생태투어, 자연물을 이용한 각종 프로그램을 운영하고 있다. 어린이나 혹은 가족들을 대상으로 한 환경프로그램들이 무료로 운영되고 있으며, 특히 최근 친환경 교육이 인기를 얻음에 따라 많은 가족들이 프로그램을 신청하여 환경체험을 하고 있다.

20) 조상욱, 매일경제, 1999년 3월 19일

표 2. 월드컵공원 생태 프로그램

프로그램명	요일	시간	인원	대상	프로그램내용
유치원 숲에서 놀자!	화-목	10:00-12:00	20	6,7세 유아단체	- 계절의 변화 알기 - 공원을 걸으며 겨울과 라진 모습들을 찾기 - 아이들의 꿈 이야기 나누기
한지 체험	토-일	10:30-11:20 14:00-14:50	20	가족대상	- 닻나무에서 한지까지 만들어지는 과정 설명 - 직접 한지엽서를 만들며 한지의 중요성 인식
나무로 만들기	토-일	13:30-14:50 10:30-11:50	20	가족대상	- 폐목활용 창작물을 만들어 보는 프로그램 - 자연 재활용의 중요성
반딧불이 해설 프로그램	화-금	10:00-12:00 14:00-16:00	20	제한없음	- 반딧불이 생태관에서 해설자 안내 - 반딧불이 생태해설 및 유충, 성충 관찰

출처: <http://worldcuppark.seoul.go.kr>

난지도 생태공원은 해외에서도 관심이 높은 곳이다. 우수한 매립지 복원 및 발전 사업 모범사례로 인도네시아, 캄보디아 등 개발도상국이 벤치마킹을 하고 있으며, 한국이 세계 각국의 환경시장에 진출하는 기폭제 역할을 하고 있다. 특히 지속가능한 도시 개발과 관련하여 난지도 생태공원 사업이 개발도상국 지자체로부터 큰 관심을 받고 있다.

9. 주요 장애요소/장애극복방법

난지도 생태공원 사업을 추진함에 있어 큰 어려움 중 하나는 난지도에 거주하던 도시 빈민들의 이주 문제였다. 난지도 쓰레기매립장이 1993년 3월 폐쇄되면서 난지도 지역 빈민들의 폐품 수집 사업장도 사라졌다. 그러나 그들은 그 당시 살고 있는 땅을 불하받아 계속 거주하기를 희망했다. 이들이 계속 거주하면 매립지 안정화사업, 공원조성사업 등 생태공원 조성사업 전체가 지장을 받고 높이 100m에 이르는 쓰레기 산 때문에 빈민들의 안전이 위협을 받을 수도 있었다. 이에 서울시는 1,000여 세대 주민 중 상당수에게 영구임대아파트 및 시민아파트 분양권을 주어 이주를 실시하였다. 하지만 약 4백여 세대는 난지도가 월드컵 부지로 확정되어 공사가 시

작될 때까지 이주를 거부하고 철골 조립구조로 만들어진 임시숙소에서 거주를 계속했다. 하지만 조립주택의 지붕과 벽체는 부식이 심하고 집중호우로 배립장 제방이 붕괴될 경우 대형 재해가 가능한 상황이었다. 서울시는 이들에게 취업알선 및 취로 사업 투입 등 일자리를 제공하고 임대·분양아파트 입주권과 이주비 지급 등의 대책을 마련하고 임시숙소를 철거했다. 이외에 조립식 주택단지 주변을 생활터전으로 삼던 61개 폐품 수집소 종사자 400여 명은 시화공업단지에 입주할 수 있도록 하였고, 제2배립장 복단의 3개 골재업체도 이전하도록 하였다<sup>21)</sup>.

난지도 생태공원 사업과 관련한 또 다른 장애 요소는 노을공원의 용도문제였다. 노을 공원은 당초 계획용도는 난지골프장 조성이었다. 실제로 2000년 3월 투자자로 선정된 국민체육진흥공단이 146억원을 들여 노을공원에 9홀 규모로 골프장을 조성하고 2005년 10월 골프장을 개장했다. 하지만 토지소유자인 서울시와 국민체육진흥공단은 운영방법과 관리권 등에 관한 의견 차이로 갈등이 빚었고 법적 소송으로 발전했다. 더 나아가 서울시는 골프장을 공원화하도록 조례를 개정했고, 국민체육진흥공단은 이에 맞서 골프장을 무료 개방했다. 최종적으로 서울시는 난지골프장 조성비 등 185억원을 국민체육진흥공단에 상하고, 국민체육진흥공단은 골프장 소유권을 서울시에 이전함으로써 노을공원은 지금의 모습을 갖게 되었다. 서울시는 이미 조성된 9홀의 골프코스의 잔디밭 등은 최대한 활용하면서 40억원 가량을 추가로 들여 산책로, 상수도, 음용수대, 화장실, 그늘막, 의자 등을 새로 설치하여 노을 공원을 가족공원화 하고 더 많은 이용객을 유치하고 있다<sup>22)</sup>.

21) [우리 이웃]쓰레기 산의 뒷안길, 난지도 사람들 1993.02.01.

<http://www.cowalknews.co.kr/news/articleView.html?idxno=329>

22) 난지골프장, 가족공원으로 바뀐다

<http://www.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2008061809090011659>, (2014.11.00)