



Organic Waste Treatment and Composting

Chapter 3. 폐기물의 수집

박 성 직



1. 폐기물 발생원에서의 저장

- 쓰레기통의 형태

- ① 소용량: 컨테이너 (20 kg 이하), 1회용 종이봉투, 1회용 플라스틱 봉투
- ② 중용량: 고밀도 주거지역, 상업지역, 산업지역 등에 설치. 컨테이너 (0.8~8 m³)
- ③ 대용량: 상업지역, 산업지역에 설치. 고정압축기를 장착한 컨테이너로서 차량견인 가능 지역에 설치. 용량은 15~30 m³ 정도.

- 보관용기의 종류 및 용량결정

- ① 사용하고자 하는 용기의 종류 (수고하고자 하는 쓰레기의 종류, 수건 빈도, 용기를 놓아둘 공간의 크기에 따라 결정)
- ② 용기의 위치
- ③ 공중 보건 및 미관
- ④ 사용하고자 하는 수거 방법



2. 쓰레기의 분리수거

• 쓰레기 분리 수거 체계

- 연탄을 사용하는 곳: 연탄재, 재활용성, 음식 및 기타 쓰레기
- 연탄을 사용하지 않는 곳: 재활용성, 음식물쓰레기, 기타 쓰레기
- 소각시설이 많이 가동 및 운영 될 경우: 유해물질, 재활용성, 연탄재, 음식물쓰레기, 가연성, 불연성의 6분리



• 재활용 쓰레기의 종류

- 종이류: 신문, 잡지, 종이상자, 골판지, 종이팩 재활용율(66.3% 2003년)
- 유리병류: 다회용병, 1회용병 (유리병이 무겁고 수집과 세척에 노동력이 많이 들지만, 가벼운 플라스틱 병 및 종이팩이 시중에 값싸게 유통되기 때문에 현재 재활용율(70.1% 2003년)은 상위 수준
- 금속류: 철, 스테인레스, 구리, 놋쇠, 캔, 기타 – 2003년도 국내 고철사용율은 73.4% 정도. 철강재 생산량의 52%가 고철.
- 플라스틱류: PETE, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, 기타
- 기타: 의류, 가구, 전지, 기타
- 음식물 쓰레기: 2005년 1월 1일부터 유기성 폐기물의 직매립이 금지됨에 따라 분리수거율이 97%에 달함. 사료화, 퇴비화 등의 방법으로 재활용이 추진



2. 쓰레기의 분리수거

- 폐기물의 수거형태

- 단독주택: 도로변수거, 골목수거, 청소원 반출 및 반입 수거, 청소원 반출 및 주민 반입 수거
- 중저층 아파트: 도로변 수거
- 컨테이너 교환식으로 수거 (중대현 컨테이너 이용)
- 상업 및 산업 시설: 견인식 컨테이너, 압축기 장착 컨테이너, 상부개방형 컨테이너를 사용

- 재활용품 수거

- 주거지역: 도로변 수거
- 상업지역: 대부분이 개인 수거업자에 의해 컨테이너 수거, 도로변 수거되고 있으며, 압축 베일러 나 캔 압착기 등이 사용

- 수송수단에 따른 수거형태

- 차량수송 - 트럭, 트레일러, 세미트레일러, 압축차 등을 이용
- 철도수송 - 고속도로 수송이 어렵고 상당히 먼 거리에 이용 (미국, 소련)
- 선박수송 - 일부 특수한 경우만 사용



3. 생활쓰레기의 감량화

- 발생원 대책

- 적정 저장량 관리

- 식량이나 조리용 음식재료를 저장과 조리에 적당한 만큼만 적기에 구입

- 포장용기 및 포장재의 절약

- 비닐봉지를 유료로 제공하거나 장바구니를 이용

- 중고품시장 및 알뜰시장의 활용

- 가정용품의 적절한 장비

- 채소 등을 원산지나 공급업체에서 깨끗하게 다듬어서 판매함

- 잔반 등 남기는 음식의 최소화 및 주문식단제의 실시

- 철저한 분리수거의 실시



3. 생활쓰레기의 감량화

- 발생 후 대책

- 중량 및 부피감소화

- 발생한 쓰레기의 중량과 부피를 감소시키기 위하여 압축, 파쇄 등의 현지가공

- 재생이용

- 재활용품 쓰레기를 가공하여 이용하는 방법으로 빈병과 같이 세척 후에 재이용하는 것과 다시 처리, 가공하여 이용하는 것(고철, 캔류, 파유리 등)

- 에너지 회수

- 소각시에 발생하는 에너지를 이용하는 것으로 재활용이 불가능한 폐기물을 소각하여 폐열을 이용한 발전이나 난방열원으로서 재이용하는 것



4. 수거작업

- 폐기물의 수거형태

- 단독주택: 도로변수거, 골목수거, 청소원 반출 및 반입 수거, 청소원 반출 및 주민 반입 수거
- 중저층 아파트: 도로변 수거
- 컨테이너 교환식으로 수거 (중대형 컨테이너 이용)
- 상업 및 산업 시설: 견인식 컨테이너, 압축기 장착 컨테이너, 상부개방형 컨테이너를 사용

- 재활용품 수거

- 주거지역: 도로변 수거
- 상업지역: 대부분이 개인 수거업자에 의해 컨테이너 수거, 도로변 수거되고 있으며, 압축 베일러 나 캔 압착기 등이 사용

- 수송수단에 따른 수거형태

- 차량수송 - 트럭, 트레일러, 세미트레일러, 압축차 등을 이용
- 철도수송 - 고속도로 수송이 어렵고 상당히 먼 거리에 이용 (미국, 소련)
- 선박수송 - 일부 특수한 경우만 사용



4. 수거작업

- 쓰레기의 수거 효율을 결정하기 위한 자료

- MHT (man·hour/ton)

- 쓰레기 1ton을 수거하는데 인부 1인이 소요되는 총 시간을 말하며 MHT가 적을수록 수거효율이 좋다.

$$\text{MHT} = \frac{\text{총 작업시간}}{\text{총 수거량}} = \frac{\text{Man(인)} \times t(\text{h/day}) \times t(\text{day})}{W(\text{ton})} (\text{man} \cdot \text{h/ton})$$

- SDT(services/day/truck): 수거트럭 1대당 1일 수거 가옥수
- SMH(services/man/hr): 수거인부 1인당 1시간 수거 가옥수
- TDT(ton/day/truck): 수거 트럭 1대당 1일 수거량
- TMH(ton/man/hr): 수거인부 1인당 1시간 수거량



4. 수거작업

- 쓰레기의 수거 방법의 종류와 특징

- 문전수거

- 각 가정을 수거인부가 방문하여 폐기물을 수거한 다음 컨테이너에 하역시켜 청소차로 처리장까지 운반하는 형태
- MHT=2.3으로 가장 높아 수거효율이 가장 낮은 수거형태

- 타종 수거

- 폐기물을 수거하는 시간에는 타종을 하여 수거차량에 미화원의 도움을 받아 직접 하역하여 수거하는 형태
- MHT=0.85로서 수거효율이 가난 높음

- 대형 쓰레기통 수거

- 아파트 단지 등에 설치되어 있는 대형 쓰레기통에 폐기물을 밀집시킨 후 수거인부가 이를 수거해 가는 형태
- MHT=1.1로서 수거효율이 비교적 높은 수거형태

- Curb service

- 정해진 수거일에 맞추어 쓰레기 저장용기를 연석에 갖다 놓으면 수거량이 용기를 비우고 빈 용기는 주인이 찾아가는 형태



5. 새로운 수집 시스템

1) 모노레일

- 폐기물을 중계지로부터 최종 처리 처분장까지 수송할 때 지하 혹은 지상에 모노 레일의 철도를 시설하여 폐기물을 운반하는 방법
- 무인 자동화가 가능하나 가설이 곤란하고, 반송용 노선이 별도로 필요하며, 시설비가 높음.

2) 컨베이어(Conveyer) 수송

- 컨베이어를 폐기물 발생지점부터 최종 처분장까지 하수도처럼 개설하여 운반하는 방법
- 악취문제가 없고, 경관을 보전 할 수 있는 장점이 있으나, 전력비 및 시설비가 고가이며, 미생물의 부착 등이 문제가 됨.

3) 컨테이너 철도 수송

- 컨테이너 수집차에 의해 폐기물을 수집 및 운반한 후, 컨테이너 중간기지에서 적환하거나 하적해 철도 혹은 대형 컨테이너 차량에 의해 최종 처분장까지 운반하는 방법
- 넓은 지역이 소요되고, 컨테이너의 세정에 많은 물이 소요



5. 새로운 수집 시스템

4) 파이프 라인

- 현재 새롭게 개발되어 있는 수송방법 중 자동화, 에너지 절약, 무공해 측면에서 월등한 방법.
- 장점
 - ① 폐기물의 운반시스템을 완전 자동화 할 수 있다.
 - ② 수거 및 운반 과정에서 유발되는 분진, 소음, 진동, 악취 등의 문제점이 없는 가장 이상적인 무공해 방식
 - ③ 교통체증을 유발시키지 않으며, 미관상의 불쾌감을 유발하지 않는다
- 단점
 - ① 전처리 공정이 필요하며, 설비비가 비싸고, 일단 가설된 경우는 변동 어려움
 - ② 잘못 투입된 폐기물 회수가 용이하지 못함
 - 장거리를 이송하는 부적합하며, 폐기물의 발생량이 많은 지역에 채용.
 - ③ 시스템에 대한 고도의 신뢰성이 필요
 - ④ 쓰레기로 인한 폐쇄, 화재, 폭발 등의 사고가 유발되었을 경우를 대비하여 부대적인 예비시스템을 필요.



5. 새로운 수집 시스템

송도국제도시 '그린국제도시'
국제업무단지, CO2 배출 1/3... 중앙쓰레기 집하 시스템...
美 그린빌딩위원회 LEED-ND 프로젝트 선정

“

도시 중앙에 설치되는 중앙 쓰레기 집하 시스템(Central Trash Collecting System)도 눈길을 끈다. 자동차 사용을 줄이기 위해 들어서는 이 시설은 각 건물에 진공 펌프(Vacuum Pump)를 연결시켜서 쓰레기를 지하로 모아 처리한다.

'쓰레기 수거차량'이 도시를 돌아다니며 발생시키는 이산화탄소를 줄일 수 있으며, 쓰레기를 처리하는 과정에서 발생하는 에너지를 재활용할 수도 있다. 넓고 쾌적한 녹지공간도 내세울만하다.

”





6. 청소상태의 평가법

- 지역사회 효과지수 (Community Effects Index)

- 가로의 청소상태를 기준으로 평가하는 방법

$$CEI = \frac{\sum_{i=1}^N (S - P)_i}{N}$$

여기서 N : 가로의 총수

S : 가로의 청결상태, 0~100점

P : 가로 청소상태의 문제점 여부, 1개에 10점씩 계산한다.



- S factor

- ① 100점: 아주 깨끗하고 버려진 쓰레기가 보이지 않는 경우
- ② 75점: 수거를 위한 것이 아닌 쓰레기가 한 곳에 버려져 있는 경우
- ③ 50점: 대체로 쓰레기가 거리에 보이고 또한 모아 놓은 것도 보이는 경우
- ④ 25점: 약 60L 이상의 쓰레기가 흩어져 있는 경우



6. 청소상태의 평가법

– P factor: 다음과 같은 문제점 발생시 10점씩 감함.

- ① 공한지에 쓰레기가 버려진 경우
- ② 건강에 위해를 미치는 경우
- ③ 화재유발이 가능한 경우
- ④ 수거 1일 이전, 혹은 1일 이후에 쓰레기통이 도로상에 나와 있는 경우
- ⑤ 자동차와 같은 큰 폐기물이 버려져 있는 경우
- ⑥ 채워진 쓰레기통이나 빈 쓰레기통이 너무 오래 방치될 때
- ⑦ 쓰레기통이 넘칠 때
- ⑧ 빗자루 더미가 존재할 때



6. 청소상태의 평가법

- 사용자 만족도 지수 (User Satisfaction Index)

- 서비스를 받는 사람들의 만족도를 설문 조사하여 계산되는 지수

$$USI = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

여기서 N : 총 설문회답자 수

R : 설문지 점수의 합계

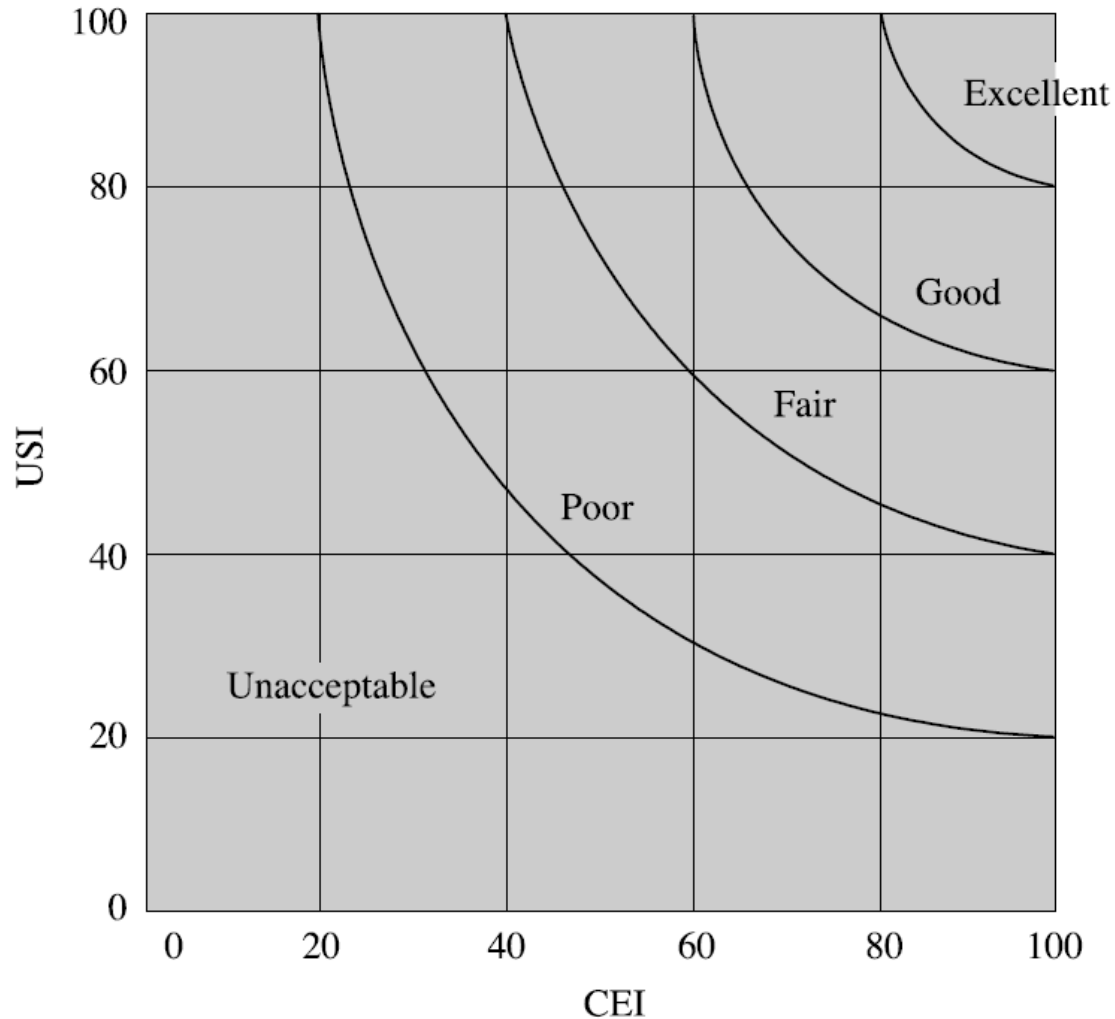
- 설문지

- ① 당신의 주변은 어느 정도 깨끗합니까? (30점)
 - ② 폐기물의 수집 서비스를 어떻다고 평가하십니까? (30점)
 - ③ 쓰레기를 어느 정도 자주 치웁니까? (10점)
 - ④ 수집시 소음이 있습니까? (10점)
 - ⑤ 수집시 쓰레기를 흘립니까? (10점)
 - ⑥ 수집시 먼지나 악취가 심하게 납니까?



6. 청소상태의 평가법

- CEI와 USI의 관계





7. 효율적 및 경제적인 수거 노선의 결정

- 효율적 및 경제적인 수거 노선의 결정

- 폐기물의 관리의 비용면에서 볼 때 가장 중요한 것이 수거인데, 우리나라는 약 70~87%가 수거비용
- 유의사항
 - ① 수거지점과 수거빈도를 정하는 데 있어서 기존정책이나 규정을 참고
 - ② 수거인원 및 차량형식이 같은 기존 시스템의 조건들을 서로 관련 시킴
 - ③ 가능한 한 지형지물 및 도로 경계와 같은 장벽을 사용하여 간선도로부근에서 시작하여 끝나도록 배치
 - ④ 언덕지역에서는 언덕의 꼭대기에서부터 시작하여 적재하면서 차량이 아래로 진행하게 함
 - ⑤ 출발점은 차고와 가깝게 하고 수거된 마지막 컨테이너가 처분지의 가장 가까이에 위치하도록 배치
 - ⑥ 교통이 혼잡한 지역에서 발생하는 쓰레기는 가능한 출퇴근 시간을 피함
 - ⑦ 아주 많은 양의 쓰레기가 발생하는 발생원은 하루 중 가장 먼저 수거



8. 수집체계의 분석

• 수집체계의 분석

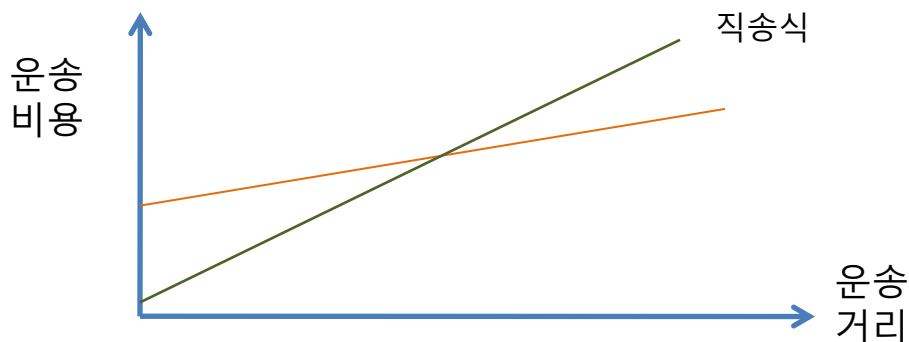
- 수집체계에 대한 분석이 이루어지고 있지 않으나 미국에서는 시간·동작 연구를 통하여 이에 대한 분석이 이루어짐
- 주로 장거리 수송을 위한 컨테이너 시스템에 관한 것
- ① 견인식 컨테이너 시스템(hauled container system) : 이 방식은 빈 컨테이너를 갖다 놓은 후 폐기물이 채워진 컨테이너를 처분지로 운반하는 것이다.
- ② 고정식 컨테이너 시스템(stationary container system) : 이 방식은 컨테이너 채워진 폐기물을 적재차량에 비운 후 다시 제자리에 놓아두는 것이다.



9. 적환장(Transfer station)

• 적환장의 필요성

– 효율적인 수송과 수거 및 수송 비용을 절감하기 위하여 설치되는 것



- ① 처분지가 수집장소로부터 16km이상 멀리 떨어져 있을 때
- ② 작은 용량의 수집차량(15m³ 이하)을 사용할 때
- ③ 불법 투기와 다량의 어지러지 쓰레기들이 발생할 때
- ④ 저밀도 거주지역이 존재할 때
- ⑤ 상업지역에서 폐기물 수집에 소형 용기를 많이 사용할 때
- ⑥ 슬러지 수송이나 공기수송 방식을 사용할 때



9. 적환장(Transfer station)

• 적환장의 형식

- 소형수송차량에서 대형수송차량으로 적재하는데 사용하는 방법에 따라 직접 투하 방식, 저장 투하방식, 직접·저장 결합방식 등이 있음

① 직접 투하방식

- 소형차에서 대형차로 직접 투하하여 싣는 방법으로 주택가와 거리가 먼 교외 지역에 설치 가능한 중계방식

② 저장 투하 방식

- 쓰레기를 저장 피트에 저장하여 불도저-압축기로 중계 처리하는 방식으로 대도시의 대용량 쓰레기 처리에 적합.

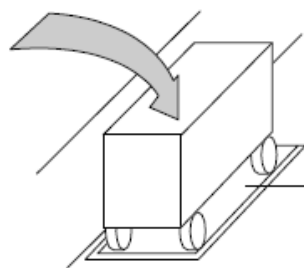
③ 직접·저장 결합방식

- 직접 상차 또는 쓰레기를 저장 후 중계처리하는 방식을 한 중계처리장 내에 설치하여 운영하는 방식으로 재활용품의 회수율을 증대시키고자 할 때 적합한 방식.



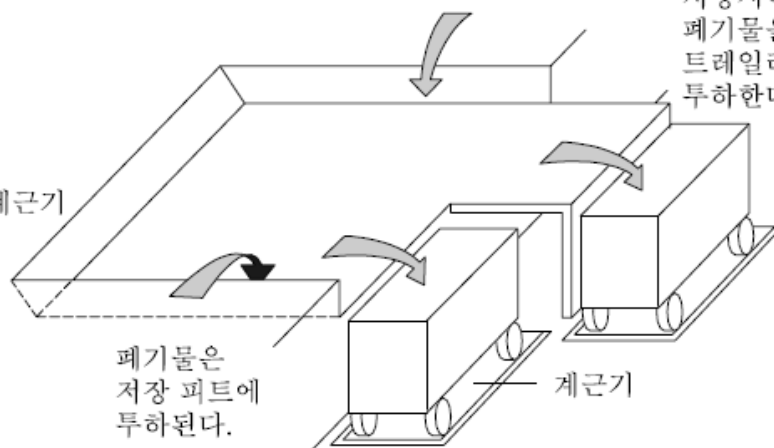
9. 적환장(Transfer station)

폐기물은
직접 트레일러에
투하된다.



(a) 직접 투하식

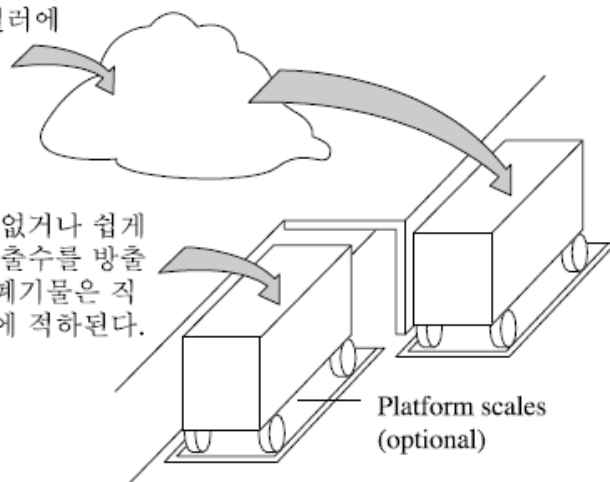
저장지역에서
폐기물을 밀어서
트레일러에
투하한다.



(b) 저장 투하식

플랫폼에서 재활용품을 수거한 후
나머지를 밀어서 트레일러에
투하한다.

재활용품이 없거나 쉽게
분해되어 침출수를 방출
할 수 있는 폐기물은 직
접트레일러에 적하된다.



(c) 직접 · 저장 결합방식



9. 적환장(Transfer station)

- 적환장의 용적(capacity) 소요
 - 적환장의 용적 소요는 주의깊게 설계되어 수집차량의 쓰레기 적하시 지체시간이 적어야 함
 - 적환장의 용적을 늘리고 작업시간을 늘려서 수송차량을 줄이는 것이 작은 적환장과 더 많은 수송차량을 구입하는 것보다 효과적
 - 적환장의 용적은 수송차량에 짐을 적재하는 보조장비의 유형에 의해서도 달라짐
 - 적환장의 저장용량은 2일간의 폐기물 발생량을 초과하지 않도록 하는 것이 표준
- 적환장의 위생요구도
 - 밀폐된 구조로 되어 있으며 청결하게 유지 · 관리하도록 설계
 - 방화재 건축이 요구되며 직접 배출식 적하시 중이가 날리지 않도록 방충망을 설치
 - 기타 흘려진 폐기물은 바로 수거하고 1 ~ 2시간 이상 체류하지 못하도록 해야 하며 위생도를 주기적으로 점검



9. 적환장(Transfer station)

• 적환장 위치 선정시 고려사항

- ① 적정 수집 면적 및 위치: 수거대상 지역의 무게중심에 가까운 곳
- ② 도로상황 분석: 주요 간선도로에 근접된 곳, 보조 수송로가 있는 곳 (쉽게 간선도로에 연결될 수 있고 2차 보조 수송수단과의 연결이 쉬운 곳)
- ③ 경제성 분석: 수집 시간과 수송시간의 경제성, 환경성 결설 및 작업조작이 경제적인 곳
- ④ 중계시스템의 설정: 수송시스템의 분석(크레인식/호퍼식/컨테이너식), 운반 기자재의 분류(컨테이너, 파이프 라인, 선박, 철도, 차량)
- ⑤ 환경성: 적환장의 운용에 있어서 공중의 반대가 적고 환경적 영향이 최소인 곳
- ⑥ 기타: 지반의 안정성, 전기 및 물의 공급 조건 등

