

국가간 동북아 열경성 환경영향평가 시행절차 연구

2014. 11

국가간 동북아 열경성 환경영향평가 시행절차 연구

2014. 11

연구기관 : 한국환경정책·평가연구원

제 출 문

환경부장관 귀하

본 보고서를 『국가간 동북아 열경성 환경영향평가
시행절차 연구』 용역에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2014. 11.

연구기관 : 한국환경정책·평가연구원

연구책임자

이영준(한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)

연구참여자

김지영(한국환경정책·평가연구원 선임연구위원)

이영숙(한국환경정책·평가연구원 연구원)

국제공동연구참여자

Munkhtsetseg Zorigt (National University of Mongolia 교수)

Dorjsuren Dechinlkhundev (Fresh water and ecosystem
research institute, FWERI 소장)

Gantuya Ganbat (Institute of meteorology, hydrology and
environment 연구원)

한국환경정책·평가연구원

원장 박 광 국

<제목 차례>

I. 서론	1
1. 과업의 배경 및 필요성	1
2. 연구방법 및 범위	3
II. 동북아지역에서 국가간 공동개발사업 현황 및 전망	5
1. 공동개발사업 추진계획	5
1.1. 공동개발사업 현황	5
1.2. 유라시아 이니셔티브	7
2. 월경성 환경영향평가 제도에 대한 동북아 국가별 입장	9
2.1. 러시아	9
2.2. 중국	10
2.3. 북한	11
2.4. 몽골	11
2.5. 일본	12
III. 국가간 공동개발사업에 대한 월경성 환경영향평가 절차	13
1. 사전준비 단계	16
1.1. 공동 환경영향평가 위원회 구성	16
1.2. 시간계획 수립 및 비용 분담	19
2. 월경성 환경영향평가 시행	21
2.1. 정보 교환	21
2.2. 평가범위 및 요소 설정	22
2.3. 평가 및 의견수렴	22
2.4. 최종 결정	23
2.5. 사후 모니터링	23

IV. 월경성 환경영향평가 시범사업	25
1. 시범사업 개요	26
2. 대상사업 소개	28
2.1. 개요	28
2.2. 목적	30
2.3. 기간	30
3. 스코핑	30
4. 대안 설정	32
5. 잠재적 영향에 대한 평가	36
6. 영향 정도 평가	41
7. 최상의 환경적 선택	43
8. 지식의 공백 및 불확실성	44
9. 모니터링 계획	45
10. 시범 월경성 환경영향평가의 시사점	47
V. 요약 및 결론	49
■ 참고문헌	51
■ 부록	54

<표 차례>

(표 2-1) 대규모 개발사업에 대한 국가별 입장	7
(표 4-1) 사업에 대한 평가 요소	32
(표 4-2) 잠재적인 환경적 영향에 대한 매트릭스	37
(표 4-3) 영향의 특성과 중요성	42
(표 4-4) 영향의 유의성	43
(표 4-5) 최상의 대안 도출을 위한 현재 시스템과 제안된 계획의 비교	44
(표 4-6) 환경 모니터링 계획	45

<그림 차례>

(그림 2-1) 유라시아 이니셔티브의 구체적인 방안	8
(그림 3-1) 월경성 환경영향평가의 일반적 절차	15
(그림 3-2) 공동 환경영향평가 위원회(Joint EIA Committee) 구성(안)	17
(그림 3-3) 국가간 공동개발사업에 대한 환경영향평가 범위 설정	19
(그림 3-4) 공동개발사업에 대한 월경성 환경영향평가 절차	21
(그림 4-1) 철도선로의 지리적 위치	29
(그림 4-2) 석탄을 수송하는 트럭	29
(그림 4-3) Hanbogd, Dalanzadgad, Saihan, Tsogt-Ovoo, Manlai, 그리고 Mandah 기상 관측소에서의 평균 풍향 빈도	34
(그림 4-4) (a) Dalanzadgad와 (b) Hanbogd 기상 관측소에서의 풍향 빈도	35

(그림 4-5) (a) 1000과 (b) 2000 LST 지점에서 방출된 기단의 샘플 경로	39
(그림 4-6) (a) 1000과 (b) 2000 LST 지점에서 방출된 기단의 샘플 종합 경로	40

I. 서론

1. 과업의 배경 및 필요성

월경성 환경영향평가(Transboundary Environmental Impact Assessment, TEIA) 제도는 한 국가의 계획 및 사업으로 인해 주변 국가에 심각한 환경적 영향이 예상될 경우, 국가 간의 협약을 통하여 이에 대한 환경영향을 미리 검토 분석하고 평가하여 그 부정적 환경영향을 제거하거나 감소시킬 수 있는 방법을 모색하는 제도이다(이영준 외, 2007, 2009). 환경부는 한국환경정책·평가연구원(Korea Environment Institute, KEI)과 함께 지난 10년간 동북아지역에서 월경성 환경영향평가 제도를 도입하기 위하여 각 국가의 관련 현황과 정보를 공유하는 등 지속적인 교류 및 협력 활동을 수행해 왔으며, 각 국과 월경성 환경영향평가의 필요성을 공유하고 있다. 사업의 성과를 통해 동북아지역의 국가들 간의 월경성 환경영향평가 제도의 필요성에 대한 공감대는 형성되었지만 실질적 제도 도입에 있어서는 정치, 경제, 문화 등 각 국가 간의 다양한 이해관계에 따른 변수가 상당 부분 존재하는 것을 확인할 수 있었다(문난경 외, 2013).

현재 정부에서 가시적인 성과를 목표로 추진하는 '신북방정책'과 관련한 극동 시베리아 개발 및 남·북·러 3각 협력 추진과 관련한 가스관 연결, 송전망 구축 사업, 한반도종단철도(Trans-Korean Railway, TKR) 연결, 중국과의 서해 개발, 그리고 최근 관심이 높아진 그린데탕트 사업 추진 및 북한과의 관계 개선 등과 관련하여 계획하고 있는 양자 및 다자간 공동개발사업이 확정되었을 때 이에 대한 월경성 환경영향을 평가할 수 있는 실질적인 시행 방안을 미리 준비하는 것은 환경 분야의 선제적 대

2 국가간 동북아 월경성 환경영향평가 시행절차 연구

비 차원에서 매우 중요할 것으로 판단된다. 실제 러시아와 한반도중단 철도(TKR)와 시베리아횡단철도(Trans-Siberian Railway, TSR) 연결을 위한 협력체계 구축이 본격적으로 논의되고 있다(김진우, 2014).

그러므로 향후 동북아지역에서 예상되는 다양한 개발 사업이 진행됨에 있어 월경성 환경영향평가에 대한 전문적 대응을 위하여 장기적으로 UN 월경성 환경영향평가 협약과 같이 동북아지역에서 월경성 환경영향평가를 시행 및 관리할 수 있는 공식적인 협력체계를 구축하는 것이 필요하지만 이러한 전문적 대응이 가능하게 되기까지는 재원 등의 운영 비용 조달과 각기 다른 국가 간의 입장 차이를 조율하는데 필요한 장기간의 시간적 소요를 배제할 수 없을 것이므로 이 방안은 궁극적으로 중·장기적 차원의 목표를 가지고 계획을 수립하여 점진적으로 시행하여야 할 것으로 판단된다(문난경 외, 2013). 그러므로 공식적 지역 협력체계의 구축이 다소 지연된다 하더라도 동북아지역에서 향후 월경성 환경문제를 야기할 가능성이 있을 것으로 예상되는 양자 또는 다자간 공동개발사업에 대하여 국가 대 국가로서 월경성 환경영향평가를 별도로 실시할 수 있는 실질적인 시행 체계를 마련하는 것이 필요하다.

본 연구는 2004년 이래 환경부와 KEI를 통해 진행되어 온 동북아 월경성 환경영향평가 사업에 대한 성과 분석을 바탕으로(문난경 외, 2013) 최근 들어 관심이 집중되는 동북아지역에서의 국가간 대규모 개발계획에 대한 월경성 환경영향평가 추진 절차를 제시하고 이와 관련한 시범 사업을 통하여 실질적인 월경성 환경영향평가 결과를 가지고 각 국 정부 간의 협력방안을 마련하고자 한다.

첫째, 동북아지역에서의 양자 및 다자간 공동개발계획에 대한 월경성 환경영향평가의 실질적인 시행 절차를 마련하여 이를 통한 관련 계획 및 사업의 지속가능성을 담보할 수 있는 공식적인 협력체계를 구축하는

방안을 제시하고자 한다.

둘째, 양자 또는 다자간 월경성 환경영향평가를 수행할 경우를 가정한 구체적 시범사업을 몽골과 진행하였다. 중국과 접경하고 있는 몽골 남고비 지역에서 광산개발에 따른 인프라 구축과 관련한 사업을 월경성 환경영향평가 시범사업의 대상으로 선정하여 몽골 연구진과 함께 시범 월경성 환경영향평가를 시행하였다. 현재 몽골에서 석탄의 중국 수출을 위해 건설 중인 철도사업 중의 하나인 석탄채광지 Tavan Tolgoi에서 중국 접경지 Gashuun Sukhait로 연결되는 철도건설 사업을 선정하여 가상의 월경성 환경영향평가를 실시하였다.

2. 연구방법 및 범위

본 연구는 우리나라가 동북아 인접 국가들과 향후 추진 가능한 국가간 공동개발사업에 대하여 월경성 환경영향평가를 실시할 수 있는 절차를 마련하는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 양자 및 다자간 실시할 수 있는 월경성 환경영향평가 시행에 관한 일반화된 절차를 단계별로 체계화하여 각 단계별 세부내용을 구체화하는 방법론을 제시하고자 한다. 특히 최근 들어 관심이 집중되는 유라시아 이니셔티브와 관련하여 동북아지역에서의 교통 및 물류 네트워크 구축을 위한 국가간 공동개발사업에 대한 월경성 환경영향평가의 필요한 절차를 마련하는 것은 매우 시급한 과제이다.

Espoo 협약, 카스피해 환경보호위원회 등 현재 운영 중인 월경성 환경영향평가 제도 협약 사례와 기존 동북아 국가들이 자체적으로 시행하고 있는 자국의 환경영향평가 제도를 바탕으로 공동사업에 대한 별도의

4 국가간 동북아 월경성 환경영향평가 시행절차 연구

월경성 환경영향평가 시행 절차를 제시하였다.

또한 시범사업을 통하여 국가간 공동개발사업에 대하여 관련 국가의 환경현황, 환경기준, 환경평가체계 등을 고려한 월경성 환경영향의 평가 방안을 검토함으로써 향후 국제 공동사업 추진에 따른 환경적 문제점을 최소화하여 효율적이고 지속가능성을 담보할 수 있는 환경영향평가가 시행되도록 하고자 한다.

II. 동북아지역에서 국가간 공동개발사업 현황 및 전망

1. 공동개발사업 추진계획

1.1. 공동개발사업 현황

동북아에서 향후 예상되는 대규모 개발사업으로는 송유관 및 가스관, 송전선로, 철도 및 도로건설 사업을 들 수 있다. 이들 사업의 공통적인 특징은 선형사업이며, 이러한 선형사업은 그 연장에 따라 인접국가의 국경을 가로질러 이루어지는 경우가 대부분이다. 동북아 국가들의 대부분은 이러한 대규모 개발계획이 자국의 에너지 공급 및 물류 수송과 매우 밀접한 관계가 있으므로 적극적인 참여 입장을 보이고 있다(최재용 외, 2004).

특히 세계 각국은 급속히 증가하는 자국의 석유 및 가스 수요를 안정적으로 충당하기 위해 러시아로부터 송유관 및 가스관 건설을 지속적으로 추진하고 있다. 러시아는 시베리아 지역의 풍부한 석유와 가스를 세계 각지로 수출하기를 희망하고 있으며 이미 유럽 지역에는 남쪽과 북쪽에 동서를 가로질러 설치된 두 개의 거대한 가스관로를 통하여 유럽으로 천연가스를 수출하고 있다. 한국 등 동북아 국가들에 대해서도 이를 위한 송유관과 가스관의 건설을 적극적으로 추진하고 있으며 조만간 이들 국가의 투자를 통해 송유관과 가스관 건설에 나설 예정이다. 우리나라는 이와 관련하여 러시아 시베리아 지역에서 생산되는 유류를 안정적으로 공급받기 위한 방안으로 러시아로부터 연결되는 송유관 및 가

스관 건설을 추진하고 있다.

철도에 있어서도 러시아는 시베리아 철도를 통해 물류 기반을 확충하기 위한 노력을 지속적으로 전개하고 있으며 시베리아 횡단철도와 한반도 종단철도의 연결을 통한 물류 수익을 기대하고 있다. 또한 북한과 합의를 통해 추진하고 있는 동해선 연결은 시베리아 철도와 연결되어 향후 유럽까지 연결되는 새로운 물류 교통로를 확보하는 차원에서 많은 관심과 기대를 갖고 있다. 중국은 이미 유럽으로 연결되는 제2의 실크로드인 철도를 개통하여 새로운 실크로드 경제벨트를 구상하고 있다. 중국 동부 저장성에서 서유럽 스페인까지 이어지는 철의 실크로드는 올해 11월에 개통이 되어 카자흐스탄 등 서아시아를 거쳐 스페인 마드리드까지 연결된다(경향신문, 2014).

북한은 현재 자국의 경제난으로 인해 어려움을 겪고 있지만 동해선 연결과 시베리아 횡단철도와의 연결을 통해 한국 수출 물량을 확보하여 통과세를 징수함으로써 자국의 어려운 경제상황을 타개하는데 큰 기대를 걸고 있다. 특히 이를 위해 필요한 지원을 러시아, 한국 등에 기대하고 있다. 두만강 유역에서의 나진-하산 철도는 우리나라와 러시아가 공동으로 참여하여 이미 개통되었으며, 조만간 이를 통해 러시아산 석탄을 나진항까지 수송하여 배를 이용하여 우리나라로 직접 수송하는 계획이 이루어질 예정이다(경북일보, 2014).

(표 2-1) 대규모 개발사업에 대한 국가별 입장

구분	사업구분		
	석유·가스 파이프라인	철도·도로	기타
한국	에너지의 안정적 공급을 위해 러시아로부터 직접 연결을 희망	경의선, 동해선 연결을 통한 중국, 러시아와의 철도 직접 연결에 적극적	나진·선봉 지구를 비롯한 지역의 개발을 적극 희망하고 있음
북한			
중국	러시아로부터의 파이프라인 연결에 대해 적극적 일본과의 경쟁으로 인해 노선 결정에 어려움	동해로의 진출을 위한 러시아와의 도로, 철도연결에 대해서는 적극적	낙후된 동북3성의 발전을 위해 해외로부터의 투자유치 및 인프라 투자에 적극적
러시아	자국의 풍부한 에너지 자원의 수출을 위해 적극적 중·일의 경쟁을 유도하여 자국 이익을 극대화	시베리아 횡단철도와의 연결 적극 추진 물동량 흡수를 위한 중국과의 도로 및 철도 연결에 적극적	

자료: 최재용 외(2004)

1.2. 유라시아 이니셔티브

박근혜 정부는 동북아는 물론 유럽까지 연계하는 경제협력체제를 구축 하겠다는 의지를 담은 유라시아 이니셔티브를 제안했다. 유라시아 이니셔티브는 세 개의 세부 이니셔티브를 통해 유라시아를 ‘하나의 대륙’, ‘창조의 대륙’, 그리고 ‘평화의 대륙’으로 만들어 가자는 제안이다. 특히 ‘하나의 대륙’과 관련하여 부산에서 출발해 북한, 중국, 러시아, 유럽을 관통하는 철도 연결망과 각 국의 전력망, 가스관, 송유관 등 인프라의 연계 및 공동자원개발을 내용으로 하는 ‘유라시아 에너지 네트워크’ 구축을 제안했다. 이를 기반으로 하여 유라시아 대륙을 하나의 경제

공동체로 묶어 세계 최대 단일 대륙이자 거대 시장인 유라시아 역내 국가 간 경제협력을 통해 경제활성화 및 일자리 창출의 기반을 구축한다는 구상이다.

이에 대한 추진 계획으로 남북철도 연결 사업을 재추진하여 2007년 경의선 및 동해선 구간을 개통 후 중단된 화물열차 운행을 재개해 남북 철도를 활성화하고, 한반도 철도를 궁극적으로 시베리아횡단철도(TSR), 중국횡단철도(Trans-Chinese Railway, TCR)와 몽골횡단철도(Trans-Mongolian Railway, TMR) 등과 연결하겠다는 구상을 갖고 있다. 남북 철도 연결을 위한 첫 단계로 나진-하산 물류 프로젝트의 일환인 나진-하산 철도 연결사업에 참여하였다(그림 2-1).



(그림 2-1) 유라시아 이니셔티브의 구체적인 방안

2. 월경성 환경영향평가 제도에 대한 동북아 국가별 입장

2.1. 러시아

러시아는 지정학상 유럽 및 아시아에 걸쳐 국경을 형성하고 있으므로 여러 대륙에 걸쳐 다른 국가들과 정치, 경제, 사회의 모든 면에서 다양한 관계를 형성하고 있다. 특히 냉전시대 종료 후 러시아는 풍부한 자원을 바탕으로 유럽과의 협력을 적극적으로 추진하여 왔다. 천연가스 등 에너지 분야에서 이전 소비에트 연방의 독립국들을 포함한 유럽에서 중요한 에너지 보급지의 역할을 담당하고 있다.

1991년 2월에 UN 유럽경제위원회(Economic Commission for Europe, ECE)의 협상회의를 통하여 월경성 환경영향평가 협약이 핀란드 Espoo에서 채택되었으며 이에 대한 서명이 동년 9월 2일까지 진행이 되었다. 러시아는 이 때 유럽연합을 포함한 29개 회원국과 함께 협약에 서명하였다. 하지만 지금까지 아이슬란드, 미국과 함께 협약에 서명하고 비준을 하지 않은 국가로 남아있다.

하지만 러시아는 협약에 대한 비준을 하지 않았음에도 불구하고 자국의 국익과 관련하여 월경성 환경영향평가가 필요한 대규모 프로젝트나 환경관련 지역 협력체 구성에 있어서는 적극적으로 참여하고 있다. 대표적인 예로 발트해의 러시아에서 독일로 연결되는 세계 최장의 Nord Stream 가스 파이프라인 건설을 위한 월경성 환경영향평가가 Espoo 협약에 따라 유럽 9개국에 관련되어 진행되었으며 러시아는 협약 가입국이 아님에도 불구하고 이에 참여하여 2년에 걸쳐 월경성 환경영향평가를 진행하였다(이영준 외, 2009).

카스피해는 아제르바이잔, 이란, 카자흐스탄, 러시아 그리고 투르크메

니스탄으로 둘러싸여진 세계에서 가장 큰 내륙해로서 풍부한 유전자원을 포함하고 있어 유전 개발로 인한 환경 문제가 국제적인 관심의 대상이 되었다. 이와 관련하여 2002년 11월 UNECE의 Espoo 협약 사무국 등 국제기구의 지원으로 카스피해 지역에서의 월경성 환경영향평가가 시행되었다(UNEP and Caspian Environment Program, 2003).

러시아는 Espoo 협약에는 아직까지 비준을 하지 않은 상태임에도 불구하고 자국의 이익과 밀접한 관련이 있는 카스피해의 개발에 관한 지역환경협약에는 참여하여 월경성 환경영향평가를 실시하고 있다(이영준 외, 2009). 이러한 러시아의 대응 입장을 토대로 볼 때 러시아는 Espoo 협약같이 국제적 규약의 틀에 대해서는 자국의 이익 및 활동에 대한 제약을 우려하여 참여하는 것을 꺼려하나 자국의 이익과 관련한 개별 프로젝트나 지역협약과 관련한 사항에 대해서는 월경성 환경영향평가를 실시하는 경향을 보여주고 있다. 즉 월경성 환경영향평가 제도의 시행에 적극적이거나 주도적으로 참여하지는 않지만 자국의 필요성에 따라 선택적으로 참여하는 입장을 보여주고 있다.

2.2. 중국

중국의 경우 지리적인 이유로 동북아지역에 대한 자연 발생적인 또는 인위적인 월경성 환경영향을 유발하는 국가라 할 수 있다. 이러한 이유로 중국 정부는 월경성 환경영향평가 제도 도입은 자국의 개발계획에 부정적인 영향을 미칠 것으로 예상하여 환경영향평가 제도 도입에 대하여 매우 소극적인 태도를 보이고 있다. 그러나 최근 중국 내 스모그 발생으로 인한 대기오염 등 심각한 환경 문제가 발생하여 중국 정부가 이러한 환경영향을 저감하고자 하는 적극적인 의지를 보이므로 환경문제

가 자국 내에서만 머무르지 않고 국경을 넘어서는 문제임을 인식하여 월경성 환경영향평가 제도 도입에 대해서도 점차 관심을 가질 것으로 기대해 본다.

2.3. 북한

북한의 경우는 다른 관련 국가와는 달리 지정학적 상황이나 환경 여건에 따라 월경성 환경영향평가 제도 도입에 대한 의사표명이 결정되는 것이 아니라 정치·외교적 상황에 의해 좌우되거나 태도가 급변하므로 예측하기 어렵다. 그러나 한국과 우호적인 관계가 형성될 때에는 월경성 환경영향평가 제도 도입에 대한 적극적인 참여 의사를 밝히며 월경성 환경영향평가 워크숍에 참가하기도 하였다. 따라서 북한의 경우는 향후 외교적 상황을 주시하면서 월경성 환경영향평가 제도 도입 시 참여 여부 가능성을 짐작해 볼 수 있을 것이다.

2.4. 몽골

몽골은 동북아지역 월경성 환경영향평가 제도 도입에 관련된 국가 중 가장 적극적으로 참여하고 있다고 할 수 있다. 몽골은 중국과 러시아와 접해 있는 만큼 국가간 개발사업을 추진하거나 인접한 국가의 개발 사업으로 인한 영향을 직접 받을 가능성이 매우 크다. 실제로 몽골과 중국, 몽골과 러시아를 연결하는 국가간 철도사업을 추진하였으나 중국과 러시아의 내·외부적인 문제로 사업이 중단되기도 하였다. 이같이 몽골은 지정학적 특성상 월경성 영향을 발생시키거나 또는 영향을 받을 수 있는 개연성이 매우 높으므로 몽골 정부에서 관심을 가지고 적극적인

참여를 하고 있다.

2.5. 일본

일본의 경우 동북아시아보다는 메콩유역위원회(Mekong River Commission)를 포함한 동남아시아의 월경성 환경영향평가 사업에 참여하여 주도적인 역할을 하여 왔다. 지정학적인 특성상 일본은 동북아시아의 내륙지역보다는 중국, 한국, 일본으로 이어지는 해저터널 개발 사업 등 해양에 미치는 영향에 큰 관심을 가지고 있다. 따라서 동북아시아의 월경성 환경영향평가 제도 도입에 대한 일본 정부의 참여는 매우 소극적인 실정이다. 다만 일본의 학계 등 월경성 환경영향평가에 관심 있는 전문가들은 한국이 주관하여 개최했던 지난 동북아시아에 대한 월경성 환경영향평가 워크숍에 적극적으로 참여하였으며 한국 정부의 적극적인 관심을 부러워하고 일본 정부가 보다 적극적인 관심과 행동을 가져주기를 희망하고 있다.

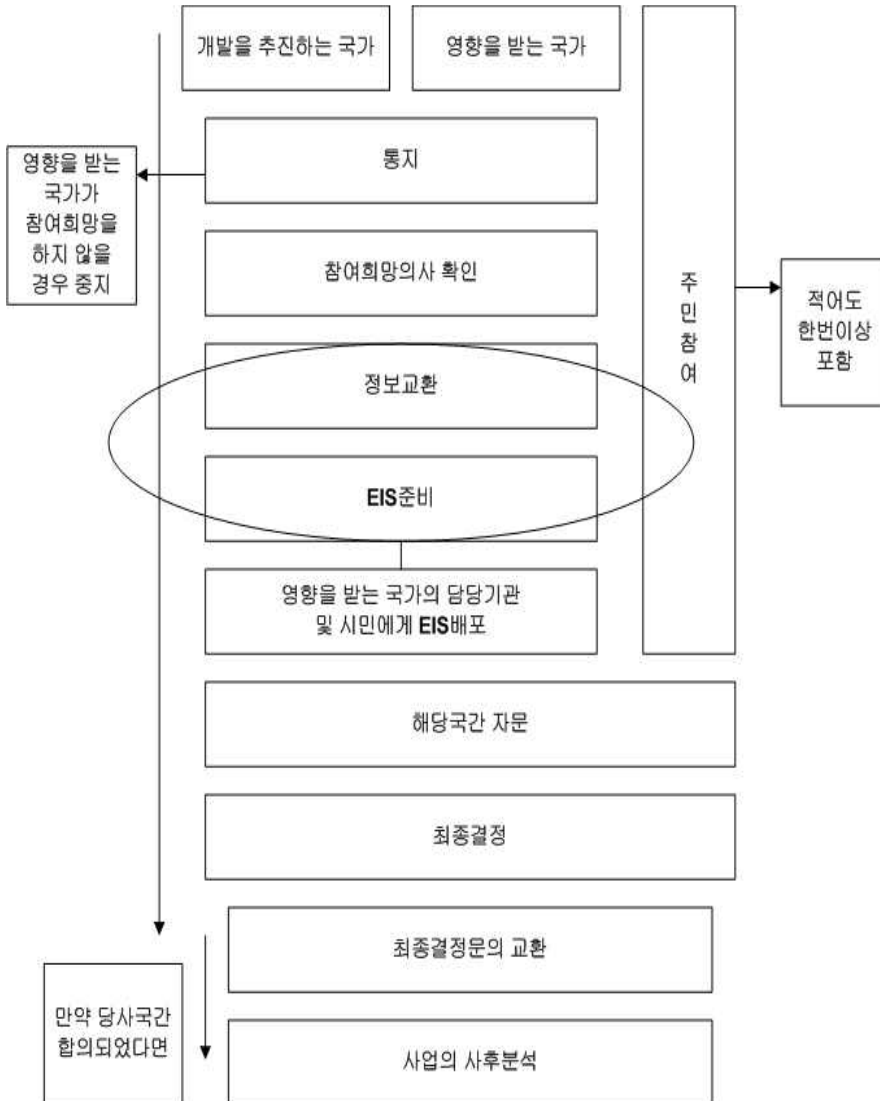
III. 국가간 공동개발사업에 대한 월경성 환경영향평가 절차

월경성 환경영향평가의 일반적인 절차는 통지, 환경영향평가 참여 의사 확인, 정보의 전달, 주민의견 수렴, 환경영향평가 실시, 최종 결정 및 송부 등이 개발을 추진하는 국가(Country of Origin)와 영향을 받는 국가(Affected Country) 사이에 이루어진다(그림 3-1). 만일 영향을 받는 국가에서 월경성 환경영향평가에 참여하기를 희망하지 않는다면 모든 절차는 그 시점에서 중지된다(이영준 외, 2007). 하지만 두 국가(또는 그 이상) 사이의 공동개발사업에 대해서는 이미 사업의 추진에 대한 기본적인 합의가 이루어진 상황이므로 기본적인 월경성 환경영향평가 절차와는 별도의 시행절차가 필요하다.

Espoo 협약에서는 이와 같은 경우에 관련 국가 간에 공동 환경영향평가(Joint EIA, JEIA)를 실시하도록 하고 있다(Ministry of the Environment, Finland; Ministry of the Environment, Sweden and Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, the Netherlands, 2003). Espoo 협약에서 공동 환경영향평가가 이루어지는 경우는 다음의 두 가지 경우가 해당된다.

- ① 두 국가간의 공동개발사업으로 한 국가 또는 두 국가에 환경영향을 주는 활동(예, 국경을 가로지르는 철도, 고속도로의 건설)
- ② 두 국가의 공동개발사업으로 환경영향이 두 국가를 포함하여 다른 국가에도 미칠 경우(예, 동일 구역에서의 파이프라인 건설에 따른 인접국가 영향)

첫 번째의 경우, 두 국가가 자국에 해당하는 지역에 대한 별도의 환경영향평가를 각각 따로 실시하거나 두 국가의 합의하에 공동으로 월경성 환경영향평가를 실시하기 위한 절차를 진행할 수 있다. 두 번째의 경우, 제3의 영향을 받는 국가에 대하여 개발을 계획한 국가들은 협의를 통하여 향후 책임의 한계를 분명히 해야 한다. 해당 국가들 간에 미리 이에 대한 협정을 별도로 맺는 것도 향후 문제의 해결에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.



자료: 이영준 외(2007)

(그림 3-1) 월경성 환경영향평가의 일반적 절차

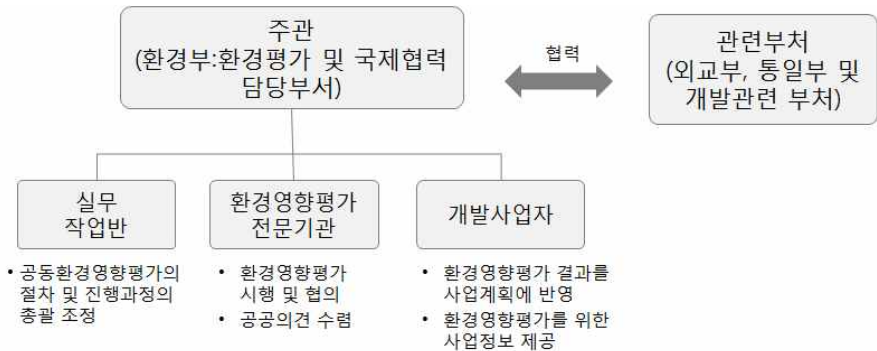
1. 사전준비 단계

1.1. 공동 환경영향평가 위원회 구성

국가간 공동개발사업에 대한 월경성 환경영향평가를 시행하기 위해서는 해당 국가가 상호 연락할 수 있는 공식적인 창구 역할을 할 수 있는 정부의 시행 주체를 선정하는 것도 필요하다. 우리나라의 경우, 해당 전문 분야의 특성을 고려해 볼 때 환경부가 기존의 국내 환경영향평가에 대한 전반적인 업무를 전담하고 있으므로 월경성 환경영향평가 시행에 대한 실질적인 주체가 되어 접촉 창구의 역할을 하는 것이 필요하다.

양자간(또는 다자간)의 공동개발사업에 대한 계획이 수립되면 우선적으로 가장 먼저 이행되어야 할 사항은 해당 국가 간에 협의를 통하여 공동 환경영향평가를 수행 할 환경영향평가 위원회(EIA Committee)를 구성하는 것이다. 환경영향평가 위원회는 환경영향평가를 주관하는 환경부가 해당 개발계획을 추진하는 개발사업 부처(예, 국토교통부, 산업자원부 등)와 국가간 외교업무를 담당하는 외교부(필요시 통일부 포함)와의 협조를 통하여 해당 국가와 공동으로 환경영향평가를 시행하기 위한 위원회를 구성하는 것이 필요하다. 위원회에는 실질적으로 환경영향평가를 시행할 수 있는 해당 국가의 전문기관과 실제 개발을 추진하는 개발사업자가 참여할 수 있도록 하여야 한다. 공동 환경영향평가 위원회에 관한 사항은 해당 국가간의 공식적인 협력 방안을 포함하여 실제 계획을 수립하고 공동 환경영향평가 위원회를 시행하는 참여 기관의 자격 및 역할 등에 대한 법적인 근거가 뒷받침되어야 한다. 공동 환경영향평가 위원회에서는 개발계획(사업)의 개요를 바탕으로 계획의 특성(예, 규모, 형태, 예상되는 월경성 영향범위, 사업기간 등)에 맞게 환경

영향평가를 언제, 어떻게 실시하고 평가 결과를 어떤 방법으로 사업에 반영할지에 대한 구체적인 운영(안)을 마련하여야 한다(그림 3-2).



(그림 3-2) 공동 환경영향평가 위원회(Joint EIA Committee) 구성(안)

공동 환경영향평가 위원회는 해당국의 환경부가 공동으로 주관하여 사전 준비회의를 통해 공동 환경영향평가 위원회 운영에 관한 사항을 결정하여야 한다. 또한 실무작업반(working group)을 구성하여 위원회 운영 및 환경영향평가 실시에 관한 모든 제반사항을 정기적인 회의를 거쳐 결정할 수 있도록 하여야 한다.

공동개발사업에 대한 월경성 환경영향평가의 구체적인 시행 방안은 다음과 같다.

(환경영향평가 시행에 관한 사항)

- 당사국간의 협의에 의해 스코핑, 주민의견수렴, 영향예측 방법, 평가 기준 설정 등 해당사업의 환경영향평가서에 포함될 내용 및 월경성 영향에 대한 평가 방법을 마련

18 국가간 동북아 월경성 환경영향평가 시행절차 연구

- 상대국과 협조 체제를 구성하기 위하여 공동 환경영향평가를 주관하는 대외 연락 담당(Contact Point)을 지정하여 관련 사항에 대하여 효과적이고 신속하게 대처하고 상호 긴밀한 관계를 유지
- 상대국과 환경영향평가 시행을 위한 실무작업반을 공동으로 구성하여 다음과 실제적인 사항과 해결방안 등을 협상
 - 1) 공동 환경영향평가에 참여할 기관 확정,
 - 2) 공동 환경영향평가를 실시하기 위한 시간 계획 수립,
 - 3) 평가서 및 기타 문서 작성에 사용할 언어 결정,
 - 4) 해당국간 환경영향평가에 드는 비용 분담 문제 결정,
 - 5) 환경영향평가지 공공참여(public participation)의 수준,
- 환경영향평가서의 배포방법, 최종 결정문의 교환 및 사업의 사후관리에 대한 사항 결정

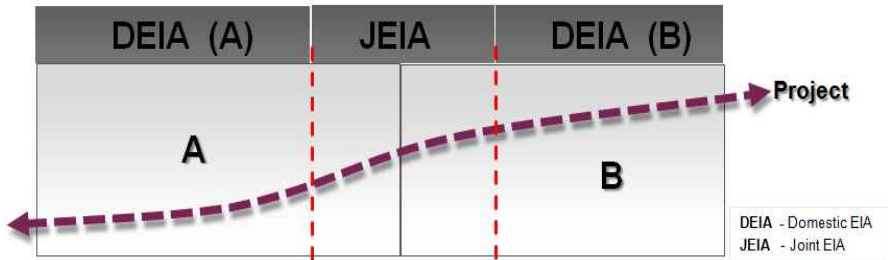
(최종 의사결정 및 협의에 관한 사항)

- 당사국간의 협의 절차 이행에 관한 사항
- 검토의견 및 공공의견을 최종 결정에 반영하는 방법
- 최종 결정 후 추가 영향이 인지될 경우에 대한 조치 내용
- 세부계획 조정 소위원회와 같은 계획수립 과정 중에 환경영향평가 결과의 반영을 위한 유기적 조정 기능 장치 마련
- 협의사항 미이행 등 해당국 간에 분쟁이 발생하는 경우 이에 따른 중재 절차

공동 환경영향평가 위원회의 운영과 관련하여 국내적으로는 공동 환경영향평가서의 작성 시기 및 작성 주체 등에 대한 기본 틀을 마련하

고, 관련 부처 역할 분담 및 국내법과의 연계 방안을 고려하여야 한다. 예를 들어 두 국가에 걸쳐 계획된 개발사업의 환경영향평가 시 국내 구간과 인접국가와 공동하는 구간에 대한 평가 시기 및 기간 측면에서 상호 부합되어야 한다. 또한 자국 내의 환경영향평가법에서 제시하고 있는 법적인 사항을 어떻게 공동 환경영향평가에서 반영해야하는지에 대하여 각 사업의 특성을 고려한 별도의 행정절차 마련의 필요성을 검토하여야 한다.

공동 환경영향평가 위원회에서는 공동으로 환경영향평가를 실시하는 구간과 국내법에 따라 각자 실시하는 구간을 사업의 특성, 해당 지역의 환경현황, 환경영향의 범위 등을 고려하여 결정하고 국내 절차에 따라 진행되는 환경영향평가와의 연계성을 고려한 시간 계획을 수립하여야 한다(그림 3-3).



(그림 3-3) 국가간 공동개발사업에 대한 환경영향평가 범위 설정, JEIA: 국가 A와 국가 B사이의 공동 환경영향평가 구간

1.2. 시간계획 수립 및 비용 분담

공동 환경영향평가지 실무작업반을 구성하여 양국의 국내 절차를 고

려한 시간 계획을 수립한다. 시간 계획의 수립은 사업의 지체를 최소화 하는데 매우 중요한 역할을 한다. 이러한 시간 계획을 수립할 때 모든 이해당사자의 의견을 고려해야 하고 특히 의견수렴 기간을 정확히 명시 하여 지키는 것이 중요하다. 또한, 시간 계획은 가능한 초기에 수립하여 해당국가의 모든 이해당사자들에게 주지시켜 각 당사자들이 이와 관련된 사항을 자국의 시간 계획 수립에 연계할 수 있도록 하여야 한다. 다음은 시간 계획 수립시 반드시 고려해야 될 사항이다.

- 사업의 특성을 고려한 현황조사 기간
- 환경영향평가서 작성 및 국가간 의견수렴 기간
- 보완 등 협의 기간
- 최종의사 결정 시기

공동 환경영향평가와 관련된 비용과 관련해서는 사업자가 부담하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 다음과 같이 해당국 사이에 추가적인 협의가 필요한 사항에 대해서는 사업 초기에 협상을 하는 것이 필요하다.

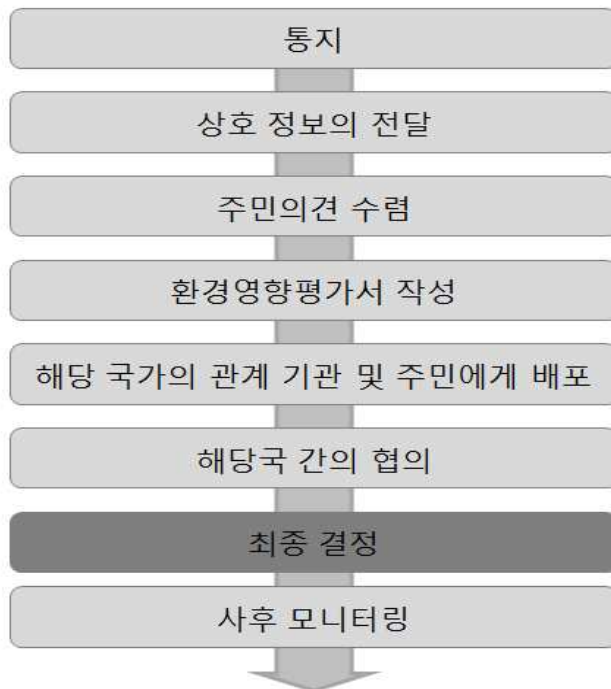
- 특별한 월경성 영향에 대해 지속적인 모니터링이 필요한 연구비용
- 공청회 및 주민참여, 번역, 그리고 국가 차원의 전문적인 자문과 관련한 비용

이러한 비용은 사업시행자, 공동 환경영향평가 시행 국가 또는 사업 금융기관과의 협의에 의해 분담될 수 있다.

2. 월경성 환경영향평가 시행

2.1. 정보 교환

공동 환경영향평가지 스코핑, 평가범위 설정, 대안 설정 등을 위하여 해당국 간의 정보 교환은 환경영향평가가 종료될 때까지 지속적으로 이루어져야 한다. 그리하여 수렴된 의견을 각국의 공식적인 대표 연락 부서를 통하여 공동 환경영향평가 위원회에 전달한다. 정보교환의 효율성을 위해 공동 환경영향평가 참여국은 반드시 시간 계획을 우선적으로 합의해야 한다(그림 3-4).



(그림 3-4) 공동개발사업에 대한 월경성 환경영향평가 절차

2.2. 평가범위 및 요소 설정

스코핑을 통하여 계획(사업)의 공동 환경영향평가에 대한 평가대상의 공간적 범위를 설정한다(그림 3-3). 공동 환경영향평가를 실시할 구간은 접경지역의 환경적 특성을 고려하여 해당국간에 협의를 통하여 결정한다.

공동 환경영향평가 위원회에서는 해당국가의 관련자들로 구성된 스코핑 위원회를 구성하고 공동 환경영향평가 구간에 대하여 필요한 평가 항목 및 요소를 결정하고, 환경영향평가 전문기관에서 제공하는 각종 현황 및 자료를 바탕으로 다양한 대안 검토를 통하여 계획(사업)에 필요한 주요 환경적 문제점을 경제적, 사회적 요소를 종합적으로 고려하여 평가한다. 도출된 평가 항목 및 요소는 그 설정 근거가 함께 제시되어야 하고, 또한 인접하는 국내 환경영향평가 대상 구간에서 적용되는 해당 항목의 평가 요소와의 부합여부를 확인하여야 한다.

2.3. 평가 및 의견수렴

계획의 특성을 고려하여 대안을 제시하고 대안 중 적절성을 평가하여야 한다. 대안은 심각한 환경적 문제가 예상될 경우 사업 계획의 전면적인 변경도 고려할 수 있도록 과학적이고 합리적인 대안 설정 방안과 기법을 통하여 마련되어야 한다. 대안의 설정 및 분석을 통해 환경적 문제점을 최소화하고 효율적이고 지속가능성을 담보할 수 있는 환경평가가 시행 되도록 하여야 한다.

공동 환경영향평가에 참여하는 국가의 주민 및 전문가에 대한 의견수렴이 반드시 환경영향평가 과정에 포함되어야 한다. 일반 주민을 제외하고 관련 국가의 전문가, 사업금융기관, 비정부 기구의 의견수렴도 중

요하다. 특히 관련 주민 및 전문가에게 정보를 주고, 의견수렴을 할 수 있는 기회를 주어야 한다. 의견수렴에 관한 규정이 국가에 따라 다르게 되어있으므로 참여방식은 위원회에서 정하여 계획을 수립하는 것이 필요하다.

의견수렴 방법은 각기 다른 문화에서 자문의 방법 및 기간이 민감한 문제일 수 있으므로 사전에 미리 참여국 간의 협의가 필요하다. 그리고 자문은 반드시 최종 결정이 이루어지기 전에 수행되어야 하고 계획(사업)의 조건 등을 명시해야 한다. 이와 별개로 공사 중의 모니터링에 대한 협의나 특정한 저감방안, 사후관리 등 특정한 내용에 대한 의견수렴을 포함시키는 것이 필요하다.

2.4. 최종 결정

최종 결정시에는 환경영향평가의 결과를 바탕으로 계획의 타당성을 결정하여야 한다. 이 때, 국가간의 협상이 필요한 부분이므로 충분히 결정을 할 수 있는 지위의 대표자로 구성되는 것이 바람직하다. 이와 더불어 분야별 전문가들의 실질적 의견 교환을 할 수 있는 체계를 갖추는 것이 중요하다.

계획에 대하여 환경영향 정도를 고려한 이유와 고려사항을 담은 최종 결정사항을 공동으로 작성하여야 한다. 동 문서를 작성할 때 자문의견 및 주민의견을 어떻게 반영했는가에 대한 내용을 포함하여야 한다.

2.5. 사후 모니터링

사후 모니터링은 사업시행으로 인하여 발생할 수 있는 예상치 못한

환경적 피해를 방지하고, 환경영향평가지 환경영향에 대한 예측 및 저감 방안의 수립이 적절하게 이루어졌는지 파악하는데 그 목적이 있다고 할 수 있다(최상기, 2011; 유헌석 외, 2012). Espoo 협약에서는 사후모니터링이 의무조항은 아니지만 모든 월경성 환경영향평가에서 시행되고 있다. 만약 이를 통하여 예상하지 못한 결과가 도출되었을 경우 관련국들은 필요한 협의를 진행하여야 한다. 사후 모니터링의 실시여부는 최종 결정문에 포함하거나 평가 절차의 초기단계에 전체적 절차를 논의할 때 포함시킬 수 있다. 사후 모니터링은 참여 국가들이 공동으로 수행하는 것이 바람직하다(이영준 외, 2009). 참여국 간의 모니터링 요소에 대한 협의 사항을 중심으로 해당 사업에서의 중요한 잠재적 환경적 영향과 부정적 영향에 대한 모니터링 프로그램을 계획하여야 한다.

IV. 월경성 환경영향평가 시범사업

2014년도 4월부터 9월까지 KEI는 몽골 국립대학교 및 FWERI (Fresh Water and Ecosystem Research Institute)와 공동으로 몽골 남고비 중국 접경지역에서 기존에 몽골 국내법에 따라 이미 환경영향평가가 시행된 철도건설 사업 하나를 대상으로 월경성 환경영향평가 시범사업을 진행하였다. 시범사업은 몽골의 Umnugovi 지역에 있는 Tavan Tolgoi에서 Gashuun Sukhait의 국경 검문소까지 이어지는 철도사업에 대한 평가를 진행하였다.

몽골의 Umnugovi는 석탄, 구리, 납, 철광석 등을 포함하는 천연 자원이 가장 풍부한 지역이며 다른 지역들과 비교하여서도 가장 큰 규모이다. 대상 사업인 255km 길이의 “Tavan Tolgoi - Gashuun Sukhait” 철도는 Tavan Tolgoi 부터 시작하여 중국과 국경을 접하는 몽골의 최남단 지역인 Umnugovi의 Gashuun Sukhait의 탄광까지 연장된다. 이 노선은 Umnugovi 지역에 위치한 Tsogttsetsii, Bayan-Ovoo, Khanbogd soums 지역을 통과하며 공사는 2013년에 시작되어 현재 약 70%의 토공작업이 이루어졌다.

몽골의 환경법에 근거하여 사업의 Detailed EIA (DEIA)는 몽골 정부에서 승인한 전문회사인 “Enco” LLC에서 평가를 실시하였다. 철도가 몽골과 중국 사이의 국경 근처에 위치하고 있음에도 불구하고 사업에 대한 영향평가는 국내적으로만 이루어졌다. 시범사업에서는 사업의 잠재적인 월경성 환경영향을 평가하고 부족한 관측 자료를 보완하기 위하여 모델링 기법을 영향평가에 적용하였다. 따라서 본 연구는 제안된 철도사업의 잠재적인 월경성 환경영향을 모델링 접근 방법을 사용하여 파악하는 것을 목적으로 하고 있다. 몽골의 환경영향평가 제도가 월경성

환경영향을 고려하지 않고 있으므로 Espoo 협약에서 제시하는 용어들을 적용하였다(UN, 1991). 다음의 내용은 몽골 참여기관과 공동으로 영문으로 작성한 월경성 환경영향평가서 번역 요약본이다. 영문 원본은 동북아 각국이 월경성 환경영향평가를 이해하는데 도움이 되도록 별책으로 발간하였다(부록 참조).

1. 시범사업 개요

가장 환경친화적인 교통수단을 이야기할 때 일반적으로 철도가 언급된다. 몽골의 경우 이와 관련한 환경문제는 일반적으로 소음 및 배출된 대기오염물질이 바람으로 인해 다른 지역으로 옮겨지는 문제에 집중되어 있다. 디젤 엔진에서 주로 방출되는 산화질소, 부유성 고형물, 그리고 온실가스와 같은 배출물질들이 주요 발생원으로 여겨지고 있다. 부유성 고형물은 공기에 부유된 고체와 액체 입자들의 혼합으로 이루어진 대기오염물질이다. 원발성 부유성 고형물은 인위생성적 그리고 비인위생성적인 원천을 가질 수 있다. 부유성 고형물은 사막지역의 먼지바람이나 산불에서부터 생산될 수 있으며 인접지역으로 옮겨지는 도시 대기오염물질에도 기인할 수 있다.

수송으로 인한 오염배출량은 점차 증가하고 있으며 이에 따라 더욱 강하고 광역적으로 적용할 수 있는 저감방안이 필요하다. 하지만 이 부분을 해결하기에는 많은 어려운 점들이 있다. 월경성 수송에 따른 오염배출에 대한 책임을 규정하는 데는 많은 어려움이 있다. 월경성 대기오염과 공기입자 분산에 대한 양적 평가는 아직까지도 어려운 과제로 남아있으며 현재 외적 배출량 특성과 적절한 관측시스템의 결핍으로 인해 정확한 평가가 이루어지지 않고 있다(Brankov et al., 2003; Wang et

al., 2009).

최근 기술 발전과 더불어 여러 종합적인 기술적 방법과 수단들이 개발되고 있다. 이러한 기술적 기반을 둔 방법과 수단을 환경영향평가 시에 적용할 수 있다. 수치모델과 같은 기술적 기반을 둔 수단들은 의사결정자들이 가능성 있는 대안을 평가하는데 효과적으로 활용할 수 있다. 수치예보는 요즘 기상요원들이 날씨를 예측하는데 사용하는 주된 도구들 중 하나이다. 수치예보는 현재 기상 상태에 근거하여 날씨를 예측하도록 대기과 바다의 수학적 모형을 사용한다. 어느 특정한 지역의 대기오염은 현지 발생원뿐만 아니라 지리적 특성에 따른 기상 흐름에 따라 지정확적인 경계를 뛰어넘어 주변지역 발생원의 영향을 받게 된다.

Tavan Tolgoi 탄광에서부터 중국까지의 석탄 트럭 수송이 토양 및 주변 환경에 끼치는 영향은 잘 알려져 있다. 하지만 이 부분에 대해서 아직 조사는 미진한 실정이다. 토지이용과 토지피복에 인위적 변화가 대기환경과 기상에 어떤 영향을 끼치는지 평가하는 것이 필요하다. 잠재적인 월경성 영향을 파악함으로써 부정적인 인위적 영향들을 완화하기 위해서 월경성 환경영향평가를 시행하는 것이 중요하다.

이러한 배경에 근거하여 월경성 환경영향평가는 다음 절차들로 진행되었다:

- 본 연구는 “Convention on EIA in transboundary context” (UN, 1991)에 기재되어 있는 전문용어들을 사용하였다.
- 월경성 영향의 주요 판단기준은 명확한 영향이 인지되는 지역으로 한정된다.
- 영향에 관한 과학적 분석은 WRF(Weather Research and Forecasting model)¹⁾와 HYSPLIT(Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated

1) WRF (Weather Research and Forecasting) Model

Trajectory)²⁾을 사용한 모델링 접근방법을 통해 평가되었다.

- 월경성 환경영향평가를 위해 대상사업에 관한 DEIA 보고서가 사용되었다.
- 본 연구에서는 월경성 환경영향평가의 주요 표준화와 관련한 내용을 논의하였다.

2. 대상사업 소개

2.1. 개요

몽골의 남부 고비지역은 광물자원이 풍부하며 광업이 활발한 지역이다. 하지만 몽골의 가장 큰 탄광인 Tavan Tolgoi는 수송이 어려운 지역에 위치하여 석탄 수송 문제점을 해결하기 위하여 Tavan Tolgoi 부터 Gashuun Sukhait 까지 철도를 연결하는 방안을 제안하였다(그림 4-1).

-
- 미국 NCAR(National Center for Atmospheric Research)에서 개발한 3차원 기상모델이며, 주로 일기예보 및 기상현상 해석에 사용됨
 - 국내의 경우 대기정책 도출 또는 대기질 예보를 위한 대기질 모델링의 기상입력 자료로 WRF 결과를 이용하고 있음

2) Hysplit (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model

- 미국 기상청(NOAA)에서 개발 및 운영하는 모델로서 기류이동에 따른 오염물질 확산경로를 예측하는 모델임
- 특정 위치의 오염물질이 어디에서 기인된 것인지 또는 어디로 이동할 것인지를 예측하는데 활용되고 있음



🏠 표시는 철도 노선 근처에 위치한 기상 관측소

(그림 4-1) 철도선로의 지리적 위치

현재는 중국 국경까지 수송하기 위해서 트럭을 이용하여 한 대당 80~100톤의 석탄을 수송하고 있다(그림 4-2). 과적 트럭들은 심각한 도로의 훼손을 야기하고 있다.



사진: 이영준, 2014년 6월24일

(그림 4-2) 석탄을 수송하는 트럭

철도건설은 2012년에 시작되었으며, Umnugovi 지역의 Tsogtsetsii, Bayan-Ovoo 그리고 Khanbogd soums을 통과 하도록 설치될 예정이다. 러시아 철도 기준에 근거하여 철도의 속도는 수송을 위해 60km/h 까지 허용될 예정이다.

2.2. 목적

대상 사업의 목적은 다음과 같다:

- 수송비용을 최대 50%까지 감소시키고 트럭 운송이 환경에 미치는 부정적 영향들을 최소화시키는 것
- 석탄 시장을 더 경쟁적으로 변화도록 자극시키는 것

2.3. 기간

철도건설 사업은 석탄을 수출하는데 중요한 기반 시설이 된다. 철도의 건설은 2012년에 시작되었으며 2015년에 마무리될 예정이다.

3. 스코핑

몽골의 환경영향평가에는 월경성 환경영향에 대한 공식적인 시스템이나 규정이 없으므로 DEIA에서는 이를 다루지 않았다. 따라서 본보고서는 이에 관해서는 Espoo 협약(UN, 1991)에서 규정한 용어들을 사용하였다.

평가시 고려되는 주요 환경적 문제들은 다음을 포함한다.

- 공사시 주변 지역에 미치는 대기오염 및 이로 인한 오염물질들이 호흡기에 미치는 영향
- 공사에 따른 황사의 발생과 주변 지역에 미치는 토양과 식생에 미치는 영향
- 소음 영향
- 동물의 이동에 대한 변화
- 특별 보호 지역(Special Protected Areas, SPA)에 대한 영향
- 식물에 쌓인 먼지로 인한 생태계의 변화

주요 사회경제적 문제는 다음과 같다.

- 공사시 또는 운영시 인구의 유입에 따른 비정상적인 정착촌의 발생과 이에 다른 사회적 문제

국내 및 월경 수준을 포함한 평가의 핵심요소들은 다음과 같다.

- 지리
- 대기(기후)
- 토양
- 지표수 및 지하수
- 토지이용
- 식물상
- 동물상
- 사회-경제

사업의 여러 단계에 미치는 주요 요소들의 잠재적 영향은 다음과 같다(표 4-1).

(표 4-1) 사업에 대한 평가 요소

공사 단계	환경적 측면	관련 활동들	기간
초기	토양	건설을 위한 사전 활동과 노동자들의 안전	
시행	지리적 배치	표토 제거, 노반 및 배수시설 건설, 파이프 설치	공사중
	토양		
	식물상		
	동물상		
	물		
인간			
완료	대기	공사 종료	사업 시행의 마무리
	토양		
	동물상		
	사회 경제		

4. 대안 설정

본 연구에서는 철도를 건설하는 대안(Rail) 및 철도를 건설하지 않는 대안(No Rail)의 두 가지 대안이 설정되었다. 각각의 대안에 대한 시뮬레이션에 근거하여 철도건설의 전·후 대기상태를 비교하고 평가할 수 있다. 시뮬레이션들의 차이점을 통해 사업에 따른 변화를 살펴볼 수 있다. 기상 및 지표 특성을 변경함으로써 나타나는 공사시 주변 환경에

미치는 영향이 대표적인 예이다.

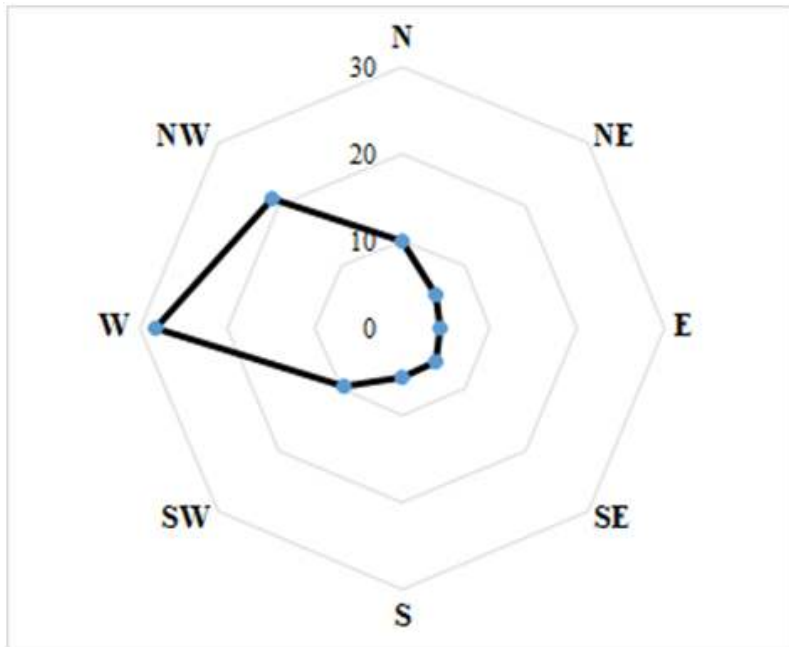
■ 첫 번째 대안: Null/No rail 대안

- 철도건설 지역은 중앙아시아 고원에 위치한다. 다만, 이 고원은 산과 평평한 사막, 그리고 건조한 토양으로 구성되어있다. 사업지역의 남부지역은 위도와 평행하게 발달한 낮은 산과 언덕으로 이루어져있으며 남북으로 골짜기를 이루는 지류가 분포한다.
- 이 지역은 몽골 전체에서 식물이 가장 희박하고 가장 건조한 지역에 해당한다. 또한 이 지역은 몽골에서 비교적 평평한 지형을 보여준다.
- 이 구역은 1년 내내 바람이 많이 불며 바람의 평균속도는 3.0에서 5.2m/s에 이른다. 가장 강한 바람은 주로 봄에 발생하며 이 때 지면에 있는 먼지와 모래가 대기에 퍼져 황사나 모래폭풍을 일으킨다.
- 황사는 주로 봄에 발생하며 4월에는 가장 높은 빈도수인 7.9일을 보인 적도 있다.

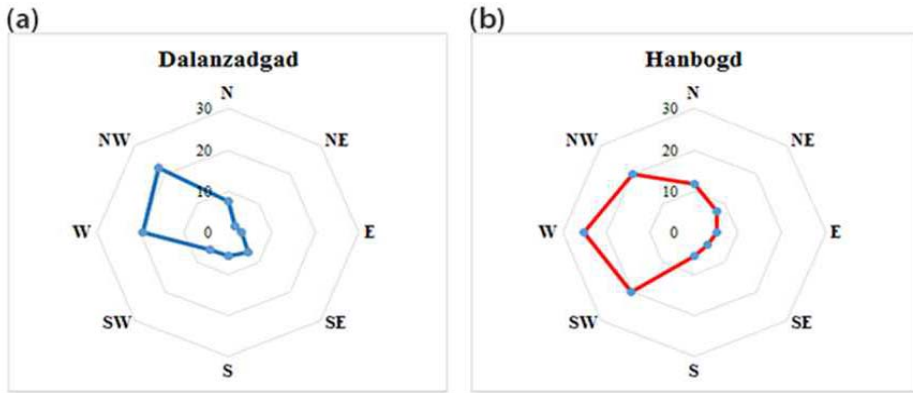
사업지역과 관련한 여섯 개 지점의 기상 관측소의 자료에 의하면 지역의 건조함을 보여주는 중요한 요소인 온난계절 강수량과 표면증발의 비율은 0.14 이하이며, 여름철 식물 수확은 $0.4\text{--}1.2 \times 10^{-2} \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 으로 나타났다. 이 지역 기후의 일반적 특징은 Koppen-Geiger 기후 분류에 의하면 사막기후에 해당한다(Kottek et al., 2006). 다만, 지역적 기후는 토지피복, 지형 구조 등에 상당히 좌우된다. Hanbogd 관측소는 중국의 북부 경계에 가장 가까운 기상 관측소 중 하나이며 따라서, 월경성 환경영향이 기상, 대기오염, 입자 분산에 끼치는 영향을 평가하는데 적합한 위치에 있다.

(그림 4-3)은 Hanbogd, Dalanzadgad, Saihan, Tsogt-Ovoo, Manlai, 그리고 Mandah 기상 관측소에서의 평균 바람 방향의 빈도를 보여준다. 한 해에 잔잔한 날이 차지하는 비율은 26%이다. 근처 기상 관측소에서 관찰한 결과, 철도 노선이 지나가는 지역에서 주풍향은 '서풍(28.4%)'과 '북서풍(21.0%)'으로 나타났다. Dalanzadgad 관측소에서 해마다 평균적으로 나타나는 주풍향은 '서풍(19.2%)'과 '북서풍(22.2%)'이었다. Hanbogd 관측소에서 해마다 평균적으로 보여주는 주풍향은 '서풍(25.2%)'과 '북서풍(20%)'이다(그림 4-4).

철도를 건설하지 않은 현재 상태에서 이 지역은 건조하고 취약한 생태계를 나타내고 있다. 또한 현재 포장 또는 비포장도로를 달리는 트럭들로 인해 이 지역의 환경은 점점 악화되고 있는 실정이다.



(그림 4-3) Hanbogd, Dalanzadgad, Saihan, Tsogt-Ovoo, Manlai, 그리고 Mandah 기상 관측소에서의 평균 풍향 빈도



(그림 4-4) (a) Dalanzadgad와 (b) Hanbogd 기상 관측소에서의 풍향 빈도

■ 두 번째 대안: Rail

WRF 모델을 사용하여, 토지이용과 토지피복 변화가 에너지, 가속도, 그리고 지표와 대기간의 물질 교환을 지배하는 대기적 및 물질적 과정에 끼치는 영향에 관한 종합적 연구들이 시행되어 왔다(Pielke et al., 2002). 토지이용과 토지피복 변화는 지역의 표면 기온, 바람장, 지표 경계층, 그리고 강수량에 영향을 미치게 되어 대기질 농도와 관련되어 결국 건강에 영향을 미치게 된다. WRF은 대기 연구와 예보에 활용된다. HYSPLIT 모델은 대기오염물질의 광범위 이동의 영향을 규명하는 연구에 사용되어 왔다(Draxler and Rolph, 2013; Rolph, 2013). 다음 조건들이 모델링을 하는데 고려되었다.

- 어느 특정한 지역의 대기오염은 현지 발생원뿐 만이 아니라 기상 패턴에 따라 인근지역 발생원의 영향을 함께 받는다.
- 기상 패턴은 기상현상과 지리 조건에 의해 영향을 받는다.
- 기단 특성은 발생원 위치 및 기단의 방향에 따라 달라진다.
- 기단은 기상 흐름을 따라 존재하는 발생원들, 기단이 대상지점에

도달할 때까지 걸리는 시간, 그리고 대상지점에 다가갔을 때 기단의 높이와 같은 다른 여러 가지 요소들도 관여한다.

철도 노반의 물질로 인한 지표의 변화가 대기에 끼치는 영향을 WRF 모델을 사용하여 조사되었다. 연구결과에 의하면 공사에 따라 표면 플럭스, 수분, 온도, 풍속 등과 같은 지표면 대기 변수들의 변화를 일으킨다는 점을 보여준다.

연구지역의 월경 대기오염물질의 궤도는 입자 분산 모델을 사용하여 연구되었다. 대기오염물질의 이동궤적 분석을 통해 물질들이 국경을 넘어서 남쪽까지 이동 한다는 점을 알 수 있었다.

가장 상부의 토양층은 철도건설로 인한 영향을 가장 많이 받는다. 보다 깊은 층은 영향을 덜 받고 아주 미묘한 차이를 보인다. 즉, 철도건설에 따라 지표와 대기를 변화 시키는 표면 플럭스 사이의 교환은 지표면 근처에서 더 활발하게 진행된다.

5. 잠재적 영향에 대한 평가

본 연구에서는 Espoo 협약에서 제시하고 있는 월경성 영향의 세 가지 주요 기준에 근거하여 DEIA에서 평가된 영향들을 포함한 잠재적인 환경적 영향을 조사하였다(표 4-2).

(표 4-2) 잠재적인 환경적 영향에 대한 매트릭스

환경적 측면	부정적 영향		긍정적 영향	영향들의 범위
	건설 단계의 단기적 영향	운영 단계의 장기적 영향		
I. 생태계				
1. 수생물체	보통			국내
2. 토양곤충	보통			월경성
3. 야생 생물 서식지	보통	보통		국내
II. 환경과 오염의 물리적 변화				
4. 수질과 자원(식수)	보통	보통		국내
5. 인간과 동물에게 해를 끼칠 수 있는 수인성 질병을 유발하는 독성물질	보통	보통		국내
6. 먼지	보통	보통		월경성
7. 토양 오염	높음			월경성
8. 소음	높음	보통		월경성
9. 토양 수분				월경성
10. 표면 플럭스				월경성
11. 풍속				월경성
III. 천연 자원 활용				
12. 토지이용	보통			국내
13. 목초지	보통	보통	보통	국내
14. 농업			높음	국내
15. 광물 자원	높음			국내
IV. 자연 재해 및 기술적 위험				
16. 부적절한 관리 및 활용으로 인한 사고	보통			국내
17. 자연재해가 일어날 가능성과 빈도 증가				국내
18. 자연재해, 홍수, 지진		보통		국내

(표계속)

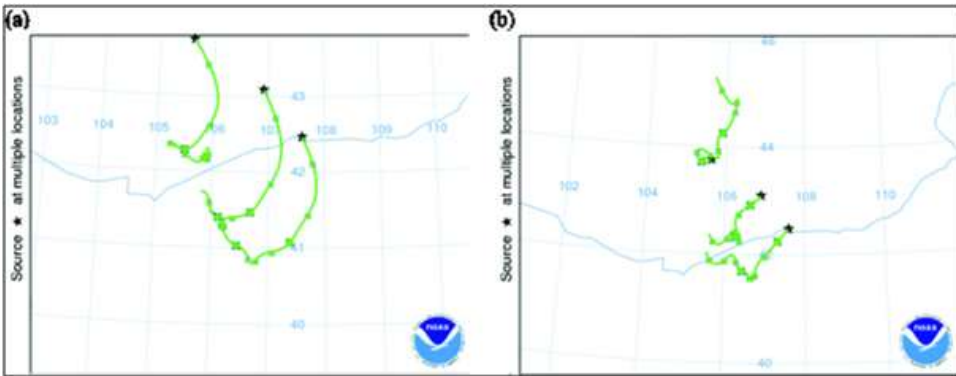
환경적 측면	부정적 영향		긍정적 영향	영향들의 범위
	건설 단계의 단기적 영향	운영 단계의 장기적 영향		
V. 사회적 영향				
19. 전력 공급			보통	국내
20. 물 공급		보통		국내
21. 병원, 상업, 서비스			보통	국내
22. 기반시설에 끼치는 영향	보통		높음	월경성
23. 주민정착				국내
24. 개인소득의 변화			보통	국내
25. 인구 변화			보통	국내
VI. 경제와 환경에 끼치는 영향				
26. 개인소득과 세금의 변화			보통	국내
27. 지역 소득의 증가			높음	월경성
28. 계절적 수요 증가			보통	
29. 고용 증가			보통	국내
30. 빈곤 감소 지원			보통	국내
31. 토지이용 증가			높음	월경성
VII. 자연미				
32. 자연미 감소	보통			월경성
33. 경관 변화	보통			국내
34. 특별 보호구역에 끼치는 영향				월경성
35. 관광업에 끼치는 영향			높음	월경성
VIII. 역사적, 고고학적, 그리고 문화적 유산				
36. 역사적 유산에 끼치는 영향				국내
37. 고고학 및 고생물학적 유산에 끼치는 영향				국내

주: 위 표에서 “국내”는 제안된 철도노선이 몽골 국내 지역에 미치는 영향을 나타낸다. “월경성”은 제안된 철도노선의 국내지역과 함께 몽골 국경에서 중국 쪽으로 190km 까지 미치는 지역을 포함한다.

(표 4-2)에 따라, 건설단계에서는 14개의 부정적 영향이 예상되며 운영단계에서는 8개의 부정적 영향이 발생할 수 있다. 영향들은 '높음', '보통', 그리고 '해당없음'이라는 기준으로 평가된다. 부정적 영향의 대다수는 환경에 영향을 미치고 긍정적 영향은 사회경제 측면과 연관될 가능성이 크다.

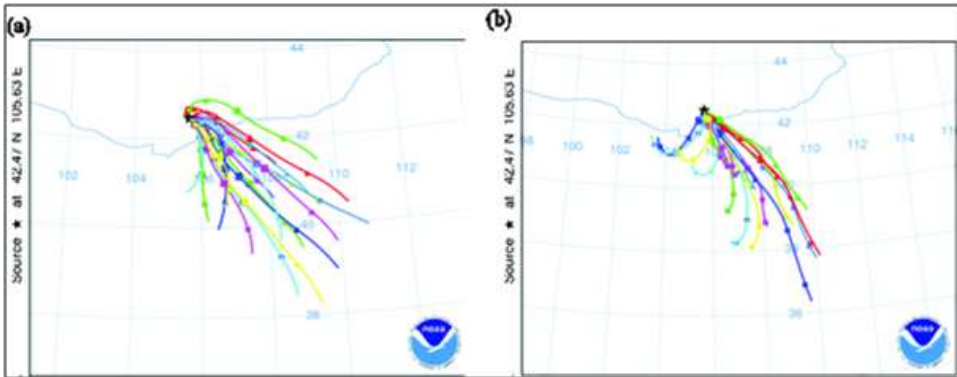
본 연구에서 HYSPLIT 모델이 사용되었으며 이 모델은 미국해양대기관리처(NOAA)에서 개발되었다. HYSPLIT은 간단한 기단의 궤적과 복잡한 분산 및 퇴적 시뮬레이션을 계산한다.

(그림 4-5)는 1000과 2000 LST 지점에서 방출된 공기체의 전방(포워드) 궤도를 나타낸 것이다. 철도 노선의 대안 위치들에서 출발한 기단은 남부지역으로 이동하고 있었으며 기단의 일부는 경계선을 넘어서 움직인 것을 48-h 전방(포워드) 기단 궤도를 통해 볼 수 있다.



(그림 4-5) (a) 1000과 (b) 2000 LST 지점에서 방출된 기단의 샘플 경로

(그림 4-6)에서 볼 수 있듯이 북측이 높은 지형에 해당됨을 알 수 있으며, 이러한 조건은 상대적으로 기단의 이류 속도를 낮추게 된다. 1000 LST에서 방출된 기단은 2000 LST에서 방출된 기단보다 더 멀리 이동하는데 그 이유는 낮 동안의 강한 난류 교환이 이루어져 경계층 높이가 높아졌기 때문으로 분석된다. 따라서 2000 LST에서 방출된 입자들의 궤도는 상대적으로 짧은 거리를 이류 하였으며 이는 방출된 이후 밤 시간의 대기 안정성이 강해져 경계층이 낮아졌기 때문이다. 분석 결과에 의하면 낮 동안 방출된 입자들은 활발한 난류 작용으로 몽골의 경계를 190km 정도 넘어서까지 이류 되는 것으로 나타났다.



(그림 4-6) (a) 1000과 (b) 2000 LST 지점에서 방출된 기단의 샘플 종합 경로

철도 건설 이후의 지표면은 식생이 있는 지역보다 적은 양의 수분을 지니게 되므로 지표면이 매우 건조하게 된다. 토양침식과 사막화는 모래폭풍과 황사로 인한 현상으로 볼 수 있다. 황사가 끼치는 영향에는 가축사료의 감소, 수분 이용능력의 감소, 경작지의 감소, 홍수 증가, 그리고 곡물 수확량의 감소가 포함된다. 이러한 것들은 주민생활에 피해를 발생시키며 빈곤과 이주를 증가시킨다. 황사는 또한 오염의 큰 근원을

이다. 바람으로 인해 특히 먼지입자와 같은 오염물질들이 이동할 수 있다. 바람에 날려 대기와 함께 이동하는 흙 입자들은 인간과 동물 건강에 큰 영향을 끼친다. 바람으로 인해 대기에 부유된 입자들은 쉽게 인체에 흡입되고 폐 조직에 축적되면서 심각한 호흡기 질환을 야기한다. 또한 황사로 인해 시계가 악화되어 교통사고의 위험을 증가시킨다. 사막화를 수반하는 식물의 감소는 바람과 비로 인한 토양침식을 가속시킨다. 흙에 있는 영양소는 바람과 물로 인해 제거될 수 있다. 소금이 흙에 축적되면서 식물 생육이 어려워질 수 있다. 바람은 흙의 가장 비옥한 부분을 물리적으로 제거하고 토양의 생산성을 감소시킨다. 따라서 식물의 생육은 감소하여 지표 보호를 위한 식생이 사라지면서 홍수가 빈번하게 발생하게 된다.

사막화는 갈수록 악화되는 경향이 크다. 예를 들어 사막화 과정이 시작되면 사막화의 조건들은 지속적으로 악화되게 된다. 유기물은 토양의 작은 부분(2%~4%)이며 주로 토양 표면에 존재한다. 또한 토양의 물리적, 화학적, 그리고 생물학적 특징에 영향을 주면서 생산성에 기여한다. 유기물이 없어지면, 토양은 물리적 구조를 잃게 되는 경향이 있다. 토양 구조의 악화는 흙을 딱딱하게 만들어 통기성과 투과성이 감소된다. 통기성이 감소하면 식물 뿌리가 자라도록 공급되는 산소가 줄어들다는 것을 의미한다.

6. 영향 정도 평가

Esppo 협약에서 제시하고 월경성 환경영향평가지 영향의 유의성 (significance)은 사업의 특성과 중요성에 따라 규정되어야 한다. UNEP

(2002)는 영향 특성과 중요성의 결정 요인들을 (표 4-3)과 같이 기술하고 있다.

(표 4-3) 영향의 특성과 중요성(출처: UNEP 2002)

영향 특성	영향 중요성
규모	대중의 관심
본질	지정
기간	법률상의 요구 사항
공간적 범위	가치
가역성	의사 결정 과정
가능성	수용성
시기	감도
빈도	지속 가능성
저감 가능성	

본 연구에서는 영향 유의성의 기준을 규모(magnitude), 기간(duration), 그리고 확장(extension)을 고려하여 '높음', '보통', '낮음'의 단계로 구분하였다. 월경영향의 유의성은 모델링 결과를 포함해서 (표 4-4)에 표시되어 있다.

(표 4-4) 영향의 유의성

영향 유형	영향 유의성	직접적/간접적
토양 곤충	보통	직접적
먼지	보통	직접적
토양 오염	높음	간접적
소음	높음	직접적
토양 수분	높음	간접적
미기후	보통	간접적
표면 플럭스	-	직접적
대기질	높음	직접적
사회기반 시설에 미치는 영향	보통	간접적
지방 수입 증가	높음	간접적
토지이용 증가	높음	직접적
자연미 감소	보통	직접적
재정착	높음	간접적
특별 보호구역에 끼치는 영향	보통	간접적
관광업에 미치는 영향	보통	간접적

7. 최상의 환경적 선택

Tavan Tolgoi 에서 Gashuun Sukhait 까지 이어지는 철도를 건설하는 사업은 이 지역의 석탄 수송 문제들을 해결하기 위한 방안으로 계획되었다. 광업회사들은 석탄을 생산하고 중국 국경으로 수송한다. 현재는 한 트럭이 80~100톤 이상의 석탄을 싣는다. 이 수치는 예정된 트럭의 용량 기준인 30~38톤을 초과하고 이로 인해 도로가 훼손되고 있다. Gashuun Sukhait 까지 포장도로가 건설 되었어도 중간에 10~15개의 교차로들이 간선도로 옆에 위치하고 있어 도로의 효율성이 떨어진다. 그러므로 환경적 및 사회경제적으로 철도를 건설하는 것이 최상의 선택이다. (표 45)에서 포장된 도로와 철도 건설 계획 시 영향을 비교하였다.

(표 4-5) 최상의 대안 도출을 위한 현재 시스템과 제안된 계획의 비교

영향	포장된 도로	제안된 철도
대기환경의 악화	운송이 진행될 때 항상 '높음'	공사시 국한
먼지의 증가	운송이 진행될 때 항상 '높음'	공사시 국한
토지이용 범위의 변화	증가하는 중	제한됨
운송 효율성	낮음	높음
경제적 효과성	낮음	높음

철도가 계획대로 성공적으로 건설된다면 황사나 관련된 간접적인 부작용 등 현재 발생하고 있는 부정적인 영향들이 줄어들 수 있으며 동시에 수송에 관한 경제적 가치를 높일 수 있다.

8. 지식의 공백 및 불확실성

본 사업으로 인해 발생할 수 있는 지식의 공백 및 불확실성은 다음과 같다.

- 국경 주변에서의 모델링 결과의 유효성을 검증할 수 있는 실측 자료의 부족
- 트럭 운행에 따른 영향(타이어 마모 등)의 결과는 제외
- 월경성 영향에 대한 공중참여 방안
- 야생동물 개체수와 서식지에 대한 잠재적 영향 평가를 위한 연구의 미비

9. 모니터링 계획

본 사업에 대한 환경 모니터링 프로그램은 DEIA로부터 계획되어 있다. 모니터링 프로그램은 샘플링과 분석과 같은 프로그램의 시행에 해당하는 모니터링 요소와 저감방안 및 적용 기준을 고려해야 한다. 모든 관련 기준들은 몽골의 환경기준과 규정에 부합하도록 되어 있다. 철도 사업의 중요한 잠재적인 환경적 영향과 부정적 영향에 대한 저감방안 및 모니터링 프로그램은 (표 4-6)에 제시되어 있다.

(표 4-6) 환경 모니터링 계획

구분	영향	저감방안	모니터링 프로그램
대기질	먼지	공사단계에서 비산먼지에 대한 살수 계획	먼지와 CO, SOx, CmHn 양을 측정하여(년간 2회) 사업지역의 대기질 모니터링 시행
	소음	공사 및 운영시 70dB 이하의 소음 수준을 유지	연간 2회, 1 시간씩, 사업지역의 소음 측정
		소음원에 대한 방음처리와 방음벽 설치	대기질은 MNS 3295:1991과 소음은 MNS 5002-2000 기준의 준수
지표수 및 지하수	오염된 연료와 윤활유가 지표수 층과 침하지역에 침투	토양 유실 방지를 위해 우수관 및 배수로 설치	중금속, 영양소를 포함한 수질을 분석하는 수질 모니터링 실시
	오염에 따른 용존 산소의 영향	강바닥, 용천수, 기타 수역에 대한 폐기물 제거	MNS 0900:19921, MNS 3935:1986 그리고 MNS 4943:2000 기준의 준수
	연료와 윤활유 오염으로 인해 지하수의 산성화(SO ₂ , SO ₃)	관련 현지 행정 지도에 따라 수역에서의 보호구역 설정	
	납 오염이 축적		
	박테리아, 기생충 및 대장균으로 인한 물의 오염		

(표계속)

구분	영향	완화 조치	감시 프로그램
토양	적치된 토양의 및 붕괴 가능성	적절한 토양 이전방안 강구	년 1회, 5개 지점에서 측정
	토양오염 및 표토 유실	철도노반 성토공사를 위한 토지사용 허가	토양오염 평가를 통한 토양질 모니터링
		화학물질과 차량 및 기계 장비의 안전한 보관	MNS 331-91, MNS 2305-94 그리고 MNS 3263-90 기준의 준수
		유출된 연료 및 윤활유와 화학물질 제거를 위한 세척 장비 설치	
		계획노선을 따라 영향이 예상되는 구간에 대한 완충구역 설정	
식물상	철도 노선을 따라 표피식물의 감소	식생을 위한 비옥토 복원	
	토양 수분과 양분의 감소 이에 따른 식생의 영향	식생 감소가 예상되는 지역을 설정하고 이에 대한 안내문 설치	
동물상	공사중 사업지역의 곤충, 파충류의 토양 서식지에 대한 영향	서식지에 영향을 줄 수 있는 교통이동을 통제하고 소음수준을 마련	Heeriin bulag, Mogoin Ulaan 그리고 northern Bayan Tolgoi에 살고 있는 희귀동물인 사이가 산양과 Huuvriin tal에 있는 아시아 당나귀의 개체수와 집단에 대한 모니터링 실시

(표계속)

구분	영향	완화 조치	감시 프로그램
동 물 상	사업지역 내에 서식하는 포유류와 조류의 서식환경 변화	철도가 가축과 야생동물이 사용하는 우물과 수역을 지나가는 지점에 경고표시 설치	계획된 철도 노선 주변에 서식하는 아시아 당나귀의 개체수와 집단에 모니터링 실시
	부근에 서식하는 야생동물들이 소음, 먼지 그리고 사료 부족으로 인해 서식지 변경		가축과 야생동물들이 자유롭게 지나갈 수 있도록 이동통로 설치
	생분해성 폐기물의 인간 및 동물들에 대한 피해 발생 가능성		

자료: Enco LLC. 2008. Report on Detailed Environmental Impact Assessment report on Ukhaa Khudag -Gashuun Sukhait railway construction

10. 시범 월경성 환경영향평가의 시사점

Tavan Tolgoi - Gashuun Sukhait 철도사업에 관한 시범 월경성 환경영향평가는 월경성 차원에서 환경영향평가를 실시하도록 진행되었다. 평가는 국내(몽골)에서 진행된 기존의 환경영향평가서의 자료를 토대로 이루어졌으며 월경성 문제에 관한 사항은 Espoo 협약 등 국제적인 가이드라인을 활용하여 진행되었다. 잠재적 영향들을 평가하기 위하여 모델링을 통한 과학적 방법으로 평가하였다. 시범 월경성 환경영향평가에서 도출된 의의는 다음과 같다:

▪ 평가를 위한 초기 단계:

- UN(1991) 규약은 월경성 차원에서의 영향을 정의하기 위해 ‘규모’, ‘위치’ 그리고 ‘효과’를 포함한 세 가지 기준을 제공한다. 즉, 해당국들이 월경성 환경영향평가를 효율적으로 시행하는데 있어서 어떤 기준에 중요성을 부여할지에 대한 우선적인 합의가 이루어져야 한다.
- 해당국들은 영향 유의성을 평가하는데 있어서 다양한 방법과 개념들을 사용할 수 있다.
- 관련 규정들은 월경성 환경영향평가 목적에 있어 양국간 혹은 다국간 정치적 수준을 고려하여 정해져야 한다.

▪ 평가 단계:

- 각각의 환경적 영향은 모델링, 관측자료에 대한 데이터 분석, 현장조사 등과 같은 과학적 접근법으로 평가되어야 한다. 이를 바탕으로 평가 정확도를 향상시킬 수 있다.
- 모델링은 제한된 자료를 토대로 월경성 측면에서 영향을 평가하는데 사용되는 적절한 평가도구 중에 하나가 될 수 있다.
- 특히 효과적인 저감방안을 마련하는데 있어 월경성 환경영향평가는 국내 환경영향평가보다 보다 더 나은 도구로 활용될 수 있다.
- 월경성 환경영향평가에서는 잠재적 영향에 대한 효과적인 평가를 위해(특히 공중참여 측면) 양국간 혹은 다국간 참여가 이루어져야 한다. 또한, 모델링 결과를 입증하고 현장에서 측정된 다양한 자료의 확보를 위해서는 합의와 협력이 필요하다.

V. 요약 및 결론

동북아지역에서 향후 월경성 환경문제를 야기할 가능성이 있을 것으로 예상되는 양자간 또는 다자간 개발 사업에 대하여 국가 대 국가로써 월경성 환경영향평가를 진행할 수 있는 실질적인 시행 방안을 준비하는 것이 필요하다. 이를 위하여 양자간(또는 다자간)에 협의에 의해 공동으로 환경영향평가를 시행할 수 있는 공동 환경영향평가 위원회를 구성하는 것이 우선적으로 필요하다. 위원회를 통하여 국가간 월경성 환경영향평가의 실질적 이행 시 의견을 조율할 수 있는 협력체계가 마련될 수 있을 것이다.

본 연구에서 진행된 시범사업을 통하여 동북아지역에서 추진 가능성이 있는 개발사업들에 대하여 월경성 환경영향평가 절차 및 실시 방안을 사전적으로 짚어봄으로써 향후 실제 시행의 효과와 문제점 등을 미리 파악할 수 있을 것으로 판단된다. 관련국과의 월경성 환경영향평가의 시범사업을 시행하는 것은 향후 제도 도입의 효과와 문제점 등을 미리 파악할 수 있는 좋은 방안이 될 수 있다. 이를 통하여 국가간 월경성 환경영향평가의 실질적 이행 시 의견을 조율할 수 있는 협력체계가 마련될 수 있을 것이며, 향후 동북아지역의 정세 변화에 따른 환경적 대비 측면의 역할 또한 수행할 수 있을 것으로 예상된다.

우선적으로 몽골과의 시범사업을 시작함으로써 동북아지역에서 월경성 환경영향평가 시행을 통해 계획 및 사업의 지속가능성을 담보할 수 있는 공식적인 협력체계 구축의 교두보를 마련할 수 있다. 이러한 시범사업은 향후 몽골, 중국, 러시아, 북한 등 관련국과의 지속적인 협력체계를 확대할 수 있는 첫 걸음이 될 수 있다. 본 연구에서 진행된 시범사업의 결과는 동북아지역의 다른 국가들에게 전달되어 월경성 환경영

향평가의 중요성을 일깨워 줄 수 있는 좋은 계기로 작용할 것으로 예상된다.

본 연구는 '신북방정책' 추진과 관련하여 예상되는 대규모 국가간 개발사업에 대비한 환경분야의 선제적 대응 정책 개발의 일환으로 환경부와 남북협력을 포함하는 동북아 개발계획 관련 부처(외교부, 통일부 및 기재부)에서 사업을 계획하고 추진하는데 필요할 것으로 예상된다. 월경성 환경영향평가를 통해 개발계획 추진에 대해 선제적으로 친환경성을 주도함으로써 관련국뿐만 아니라 주변 국가들과도 분야별 신뢰 구축에 있어 각 부처의 협력 및 역할을 강조 할 수 있는 좋은 계기가 될 것이다. 우선적으로 국가 대 국가로서 공동개발사업에 대하여 월경성 환경영향평가의 시행이 동북아 국가의 정세, 즉 정치, 경제, 사회적 상황의 예측할 수 없는 변화에 대한 환경적 측면에서의 대비책 역할을 수행할 수 있을 것으로 판단된다. 궁극적으로 동북아지역에서 별도의 독립된 기구로서 월경성 환경영향평가의 공식적 협의체를 도입하는데 있어서 우리나라가 향후 제도 도입을 위한 국가 간 협상과정을 주도해 나가기 위해 필요한 선도 전략으로 활용할 수 있다.

■ 참고문헌

(국내자료)

- 김진우 (2014) 유라시아 철도 인프라: 나진-하산 프로젝트(TSR-TCR 철도) 경제·정치적 합의연구. 국제학원우논문집. 11, 65-82.
- 문난경 외 (2013) 동북아 월경성 환경영향평가 추진전략 연구. 환경부
- 유현석 외 (2012) 사후환경관리평가제도 도입방안 마련 연구. 환경부
- 이영준 외 (2007) 동북아 월경성 환경영향평가 제도 도입방안 연구. 환경부
- _____ (2009) 동북아 월경성 환경영향평가 도입을 위한 연구(2). 환경부
- 최상기 외 (2011) 환경영향평가 협의 내용의 효율적 이행방안을 위한 제도적 고찰. 한국환경정책·평가연구원
- 최재용 외 (2004) 두만강유역 환경보전후속사업 활성화 방안연구. 환경부

(국외자료)

- Brankov, E., Henry, R. F., Civerolo, K. L., Hao, W., Rao, S. T., Misra, P. K., Bloxam, R., and N. Reid (2003) Assessing the effects of transboundary ozone pollution between Ontario, Canada and New York, USA, *Environ. Pollut.*, 123, 403-411.
- Enco LLC (2008) Detailed Environmental Impact Assessment report on Ukhaa Khudag - Gashuun Sukhait railway construction
- Draxler, R. R. and Rolph, G.D. (2013) HYSPLIT(Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model, NOAA Air Resources Laboratory, College Park, MD.
- Kottke, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., and Rubel, F. (2006) World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3): 259-263.
- Ministry of the Environment, Finland; Ministry of the Environment,

- Sweden and Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, the Netherlands (2003) Guidance on the practical application of the Espoo Convention. Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context (UN/ECE). Finnish Environment Institute (SYKE), Finland, 48p.
- Pielke, R. A., Marland, G., Betts, R. A., Chase, T. N., Eastman, J. L., Niles, J. O., Niyogi, D., and Running, S. W. (2002) The influence of land-use change and landscape dynamics on the climate system: Relevance to climate-change policy beyond the radiative effect of greenhouse gases. *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, A360, 1705-1719.
- Rolph, G.D. (2013) Real-time Environmental Applications and Display sYstem(READY), NOAA Air Resources Laboratory, College Park, MD.
- United Nations (1991) Convention on environmental impact assessment in a transboundary context.
- UNEP and Caspian Environment Program (2003) Guidelines on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context in the Caspian Sea Region. Azerbaijan. 50p.
- Wang, H., Jacob, D. J., Le Sager, P., Streets, D. G., Park, R. J., Gilliland, A. B., and Donkelaar, A. van (2009) Surface ozone background in the United States: Canadian and Mexican pollution influences, *Atmospheric Environment*, 43(6): 1310-1319.

(인터넷 자료)

경향신문. 2014.11.19. “중국 저장성~스페인 마드리드 잇는 철의 실크로드 열려”.

http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201411191802

521&code=970204

경북일보. 2014.11.21. “나진-하산 프로젝트 본궤도, 北 나진항서 포항으로 석탄 실어 나른다”.

http://www.kyongbuk.co.kr/main/news/news_content.php?id=672356&news_area=050&news_divide=&news_local=&effect=4

동아일보. 2013.10.19. “朴대통령 ‘유라시아 단일시장 만들자’”.

<http://news.donga.com/List/3/all/20131019/58316254/1>

UNEP (2002) Environmental Impact Assessment Training Resource Manual, 2nd Edition.

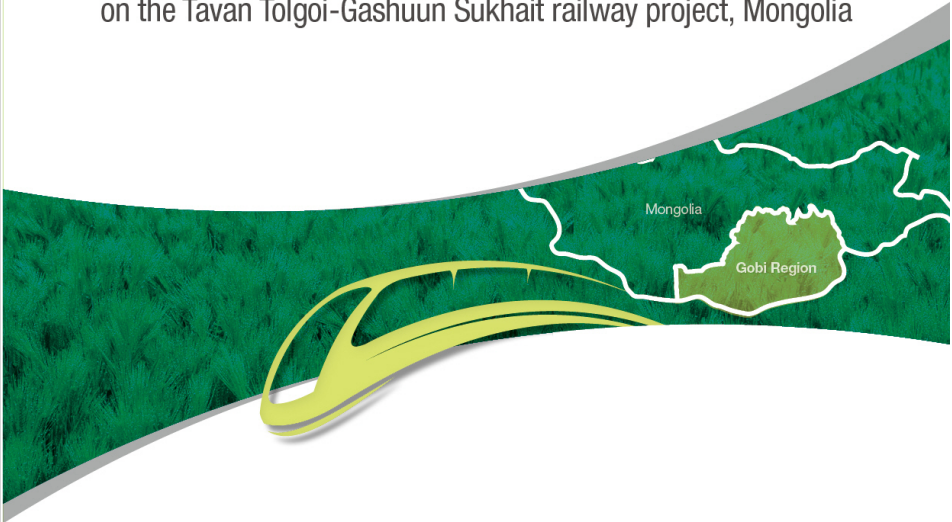
<http://www.unep.ch/etu/publications/>

■ 부록


November. 2014

Pilot Transboundary Environmental Impact Assessment


on the Tavan Tolgoi-Gashuun Sukhait railway project, Mongolia




Mongolia
Gobi Region

 Fresh Water and Ecosystem Research Institute

- ▶ Munkhtsetseg Zorig
- ▶ Gantuya Ganbat
- ▶ Dorjsuren Dechinlkhundev

 KEI Korea Environment Institute

- ▶ Young-Joon Lee
- ▶ Ji-Young Kim

 **MINISTRY OF ENVIRONMENT**

This project was funded by Ministry of Environment, ROK.



Contents

Pilot TEIA on the Tavan Tolgoi-Gashuun Sukhait railway project, Mongolia

» Table of contents

FOREWORD	1
1. OVERVIEW OF THE TEIA	2
2. INTRODUCTION OF THE TARGET PROJECT	4
2.1. Brief introduction of the target project	4
2.2. The objectives of the target project	5
2.3. Target project duration	5
3. SCOPING THE ISSUES	6
4. SCOPING THE ASSESSMENT COMPONENTS	7
5. DESCRIBING THE ALTERNATIVES	8
6. ASSESSING THE POTENTIAL IMPACTS	12
7. DETERMINING IMPACT SIGNIFICANCE	18
8. IDENTIFYING BEST PRACTICAL ENVIRONMENTAL OPTION	20
9. GAPS AND UNCERTAINTIES	21
10. ENVIRONMENTAL MONITORING	22
LESSON LEARNT FROM THE PILOT TEIA	24
REFERENCES	25
APPENDICES	26

» List of figures

Figure 1. Geographical locations of railway track (blue marks).	4
Figure 2. Trucks transporting coal	5
Figure 3. Sample trajectory of air mass pathway emitted at the source points at (a) 1000 and (b) 2000 LST.	15
Figure 4. Sample ensemble trajectories of air mass pathway emitted at the source points at (a) 1000 and (b) 2000 LST.	15

» List of tables

Table 1. The assessment components at different stages of the target project	7
Table 2. Matrix for assessment of potential environmental impacts	13
Table 3. Arguments of the impact characteristics and importance (source: UNEP 2002)	18
Table 4. Significance of the impacts	19
Table 5. Comparison of the current system and the proposed railway to identify the best option ..	20
Table 6. Environmental monitoring plan	22

» Appendices

Figure_A-1. Frequency of mean wind directions at Hanbogd, Dalanzadgad, Saihan, Tsogt-Ovoo, Manlai, and Mandah meteorological stations	26
Figure_A-2. Frequency of wind directions at (a) Dalanzadgad and (b) Hanbogd meteorological stations. 26	
Figure_A-3. Diurnal variations of (a) sensible heat flux, (b) latent heat flux, (c) upward moisture flux at the surface, and (d) ground heat flux averaged over the railway track area in the Rail (solid) and NoRail (dashed) simulations	27
Figure_A-4. Diurnal variations of soil moisture change at ground levels (0.05 m, 0.25 m, 0.7 m, and 1.5 m) between the Rail and NoRail simulations.	28
Figure_A-5. Diurnal variations of maximum difference of (a) relative humidity at 10 m and (b) wind at 10 m averaged over the railway track area between the Rail and NoRail simulations. 28	

» Acronyms and abbreviations

FWERI	Fresh Water and Ecosystem Research Institute
HYSPLIT	Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory
KEI	Korea Environment Institute
kg/m ²	kilogram per meter square
MODIS	Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer
mm	millimeter
m/s	meter per second
NAMEM	National Agency for Meteorology and Environmental Monitoring, Mongolia
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NUM	National University of Mongolia
PM	particulate matter
WRF	Weather Research and Forecasting
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UN	United nations

FOREWORD

This report presents a Pilot TEIA project which was co-implemented by NUM and FWERI with cooperation of KEI in April-September, 2014. The Pilot TEIA carried out an assessment on a new railway construction from the Tavan Tolgoi in Umnugovi province of Mongolia to Gashuun Sukhait border check point.

The richest province in terms of natural resources including coal, copper, lead, iron ore and the largest in area size among other provinces in Mongolia is Umnugovi. “Tavan tolgoi – Gashuun Sukhait” railway track of 255 km length is designed from the coal mine at Tavan tolgoi to a transfer station at Gashuun Sukhait in Umnugovi province, Mongolia, the southernmost province of Mongolia which shares borders with China. It lies on territories of Tsogttsetsii, Bayan-Ovoo, Khanbogd soums of Umnugovi province. The railway construction process has started in 2013 and its ~70% of grading has been done successfully.

According to the Environmental law of Mongolia, the detailed EIA (DEIA) of the project was assessed by “Enco” LLC, which is an authorized consultant company of Mongolia. The assessment of the impacts was completed at a domestic level which covers through the railway track; even the project is located near the border between Mongolia and China. The best way to initiate the TEIA could be to evaluate potential transboundary impacts of the project. Depending on lack of observational data, the modeling approach is a proper method to analyze the impacts in this purpose. Therefore this study aims to identify potential transboundary impacts from the proposed railway project in a transboundary context using modeling approach.

The terminologies of the “Convention on EIA in a transboundary context” (UN, 1991) applied for this TEIA because Mongolian EIA system has not applied particular regulations or definitions in a transboundary impact assessment.

1. OVERVIEW OF THE TEIA

As the most environmental-friendly means of transportation, the transport of goods and people with railways is generally considered. The environmental concerns usually focus on the emission of air pollutants and noise and their transport to other areas by winds. The main emission source is considered to be exhaust emission from diesel engines, mainly nitrogen oxides, particulate matter (PM), and green-house gases. The PM is an air pollutant consisting of a mixture of solid and liquid particles suspended in the air. Primary PM can have anthropogenic and non-anthropogenic sources. PM can either be from dust wind from desert area or forest fire, and also attributed to urban air pollutant migrating to adjacent area.

The levels of emission from transport have been increasing and it suggests that stronger and wider mitigation efforts are necessary. This may be difficult to accomplish for several reasons, including issues related to globalization and development, as well as the difficulty of assigning responsibility for emissions from international (transboundary) transport. Quantitative evaluation of transboundary air pollution and air particle dispersion remains a difficult task and currently cannot be done based on observations alone due to a lack of explicit source signatures and lack of an appropriate observation system (Brankov et al. 2003; Wang et al. 2009).

Nowadays, with recent technological growth, a number of comprehensive technologically-based methods and tools are available to communities to use for assessing the impacts of various planning decisions and human activity performances and to help balance the demands of growth, environmental sustainability, and many other needs. Technologically-based tools, such as numerical models, can enable to clarify increased certainty on probable or alternative outcomes, and thus can provide decision-makers to more effectively deal with traditional planning tools and can clarify or fore-predict the outcome of various activities. Numerical Weather Prediction (NWP) is one of the main tools forecasters now use to help predict the weather. NWP uses mathematical models of the atmosphere and oceans to predict the weather based on current weather conditions. Air pollution in a particular area is not only influenced by local emission sources but also by sources in the region around the area as air mass advection does not respect any geo-political boundaries. Air mass advection is influenced by both the meteorological conditions and the geography of the region. The

HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory) model (Draxler and Rolph 2013; Rolph 2013) has been used in many research studies as a means to investigate the impact of long-range transport of air pollutants. Observation of the source locations and directions of air masses which arrive at a receptor may suggest influences of neighboring regions on the local air quality. However, it does not necessarily mean that a particular region has the important role in bad local air quality. Several other factors are involved such as the presence of emission sources along the air mass trajectory, the time for the air mass to reach the receptor and the height of air mass when it approaches the receptor.

The significant effects of coal transport by trucks from Tavan Tolgoi coal mine to China on soil degradation and ambient particulate pollution in environment are well-known; however, the comprehensive studies have not yet been done as well as in DEIA. Furthermore, it is worthwhile to evaluate the effect of anthropogenic or human impact of land use/land cover change on atmospheric environment and weather to identify and understand the mechanisms of changes in environment aloft, for the purpose to identify potential transboundary impacts and to mitigate negative anthropogenic impacts.

Based on these backgrounds, we undertook TEIA with the following procedures:

- The study uses specialized terminologies in Convention on EIA in transboundary context
- Main criteria of the transboundary impact is defined as influence area extend as transboundary level using the most obvious impacts
- The scientific study for the impacts characteristic was assessed by modeling approach using WRF and HYSPLIT
- The report on DEIA on the target project is used for the TEIA because certain studies have been done within domestic assessment
- The essential standardized contents of the TEIA applied in this study as discussed in the chapters of this report.

2. INTRODUCTION OF THE TARGET PROJECT

2.1. Brief introduction of the target project

Southern Gobi region in Mongolia is rich in mineral resources and is an active area of mining sector. The largest coal mining project of Mongolia, Tavan Tolgoi is located in the region with lack of transport links. The target project, a rail connection from the Tavan Tolgoi to the Gashuun Sukhait is to propose solving coal transportation problems in the region (Figure 1).



Figure 1. Geographical locations of railway track (blue marks).

 signs indicate the meteorological stations located nearby the railway track

At present, trucks overload coal products with 80-100 tn to transit it to the Chinese border (Figure 2). As a result of truck movements, the roads have been crashed. Even though there is a pavement road constructed to Gashuun Sukhait, 10-15 crossroads stand at the next to the main road through 40-100m distance.



Photo by Young-Joon Lee, Jun 24, 2014

Figure 2. Trucks transporting coal

The construction of the railway corridor has been commenced in 2012. The railway was planned to run around Tsogtsetsii, Bayan-Ovoo and Khanbogd soums of Umnugovi province. The speed of the railway will be up to 60 km/h for the shipment according to Russian standards on railway (3rd class and group D).

2.2. The objectives of the target project

The objectives of the target project are:

- To reduce transportation cost up to 50% and minimize the negative impacts on the environment from the truck transportations;
- To motivate coal market to be more competitive.

2.3. Target project duration

The railway project is one of the significant infrastructure for transporting coal to export. The construction phase of the railway was commenced in 2012 and will be finished 2015.

3. SCOPING THE ISSUES

There is no official system or regulations for TEIA in Mongolian EIA. Therefore, we used terminologies stated in “*Convention on Environmental impact assessment in transboundary context*” (UN 1991). As stated on the convention: “*Transboundary impacts means any impact, not exclusively, of a global nature, within an area under the jurisdiction of a Party caused by a proposed activity the physical origin of which is situated wholly or part within the area under the jurisdiction of another party*”. Accordance with that definition, the certain issues may arise based on DEIA and current situation on the projected area; however, the major limitation in identifying transboundary issues is that domestic DEIA of the target project had not described any findings on that topic.

The main environmental issues include:

- Ambient air quality degradation during the construction phase will arise. Pollutants in the air raise the danger of respiratory diseases.
- Combination of construction works and wind creates dust storms, and dust may lie in a layer on soil and vegetation cover surrounding area over the projected area, which can create soil degradation.
- Noise level increase
- Change in animal movement.
- Degradation of the Special Protected areas.
- Dust deposition on the vegetation affect the change in ecosystem

The main socio-economic issues are:

- Unofficial settlements

4. SCOPING THE ASSESSMENT COMPONENTS

The core components of the assessment including domestic and transboundary level are listed below:

- Geography
- Climate
- Soil
- Surface and groundwater
- Land use
- Flora
- Fauna
- Socio-economy

During the different stages of the project a number of potential impacts of the main components listed above are defined and assessed shown in Table 1.

Table 1. The assessment components at different stages of the target project

Development components of the project	Environmental aspects	Relevant activities	Duration
<i>Initiation</i>	Soil	Preparatory activities required for the construction and safety for work force	
<i>Implementation</i>	Geological formation	Stripping topsoil, embankment and drainage construction, laying pipes,	During the project
	Soil		
	Flora		
	Fauna		
	Water		
<i>Completion</i>	human	Closure of the project	End of the project implementation
	Air		
	Soil		
	Fauna		
	Socio-economy		

5. DESCRIBING THE ALTERNATIVES

We conduct two basic simulations: Rail and No Rail, the former represents the situation which considers the status of after railway track construction and the latter is the situation before the construction process. Based on these simulations, one can compare and evaluate the atmospheric condition before and after the railway track construction process. The difference between the simulations allows change caused by the construction process such as how the construction affects the surrounding environment modifying meteorological and land surface properties. This kind of approach is widely used in numerous studies dealing with the evaluation of land use/land cover change.

There are two alternatives chosen for this study including Rail and NoRail.

Null or No rail alternative

- The railway construction region is located on a central Asia plateau, though it has mountainous plateau, flat though, desert, and arid land areas. The southern area of the construction consists of shallow mountains and hills along latitude and their tributaries toward the valleys along longitude.
- The area is located in the most arid, driest region with sparse vegetation of the country. The region is also featured with relatively flat topography as compared to other region with mountainous topography in Mongolia, where the wind blocking or channeling effect is significant.
- The area is windy whole year-round, and the mean wind speed ranges from 3.0-5.2 m/s. The strongest wind blows in spring which causes the dust or sand to arise from surface to air leading to dust or sand storms.
- The dust storms occur frequently in spring months with largest frequency of 7.9 days in April.

Based on historical data of six meteorological stations in the projected area, the ratio, which is the important factor to show the aridity of the region, of warm season precipitation and surface evaporation is below 0.14 (Natsagdorj and Gunbileg 2006), summertime vegetation harvest is $0.4-1.2 \times 10^{-2} \text{ kg m}^{-2}$. The general characteristic of the

climate in the area is desert climate (BWk) in Koppen-Geiger climate classification (Kottek et al. 2006). However, the regional and local climate is considerably dependent on land cover, landscape, topography structure and etc.

The Hanbogd station is the one of the closest weather stations to northern boundary of China, thus it is a suitable location to evaluate the transboundary environmental impact on weather and air pollution and particle dispersion.

The frequency of mean wind directions at the Hanbogd, Dalanzadgad, Saihan, Tsogt-Ovoo, Manlai, and Mandah meteorological stations (see Figure_A-1). The calm day during the year constitutes 26%. The dominant wind direction, observed at the nearby meteorological stations, in the railway track area is Westerly (28.4%) and North-Westerly (21.0%). Equally distributed frequencies are shown in other directions. At the Dalanzadgad station, the yearly averaged dominant wind direction is Westerly (19.2%) and North-Westerly (22.2%). At the Hanbogd station, the yearly averaged dominant wind direction is Westerly (25.2%) and North-Westerly (20%) (Figure_A- 2).

Not considering the railway, the area has dry and fragile ecosystem; however, current condition of transportation system is mainly trucks on the paved and unpaved roads. As a consequence, environmental degradation still dominated in the area.

Alternative 2: Rail

Using the WRF model, many comprehensive studies have been done on land use/land cover change impacts on atmospheric physical processes governing energy, momentum and matter exchange between land surfaces and the atmosphere (Pielke et al. 2002; Cotton and Pielke 2007). The land use/land cover change significantly impacts regional near-surface air temperatures, wind fields, the evolution of the planetary boundary layer, and precipitation, influencing air quality, human comfort, and health. WRF provides both the atmospheric research and operational forecasting that are flexible and efficient computationally, while offering the advances in physic, numeric, and data assimilation contributed by the research community. The HYSPLIT model (Draxler and Rolph 2013; Rolph 2013) has been used in many research studies as a means to investigate the impact of long-range transport of air pollutants. Following conditions are considerable for the completion of the modeling purposes:

- Air pollution in a particular area is not only influenced by local emission sources

but also by sources in the region around the area as air mass advection does not respect any geo-political boundaries.

- Air mass advection is influenced by both the meteorological conditions and the geography of the region.
- Observation of the source locations and directions of air masses which arrive at a receptor may suggest influences of neighboring regions on the local air quality. However it does not necessarily mean that a particular region has the important role in bad local air quality.
- Several other factors are involved such as the presence of emission sources along the air mass trajectory, the time for the air mass to reach the receptor and the height

Impacts of modification of natural land surface by railway track materials on atmosphere are investigated using the WRF model. The results show that the construction process leads the change in near-surface atmospheric variables such as surface fluxes, moisture, temperature, wind speed and etc.

Trajectories of transboundary air pollutants are studied in the study area using the particle dispersion model. Trajectory analysis of atmospheric air pollutants found to be transported as far as neighboring regions beyond the political boundary.

- The railway construction process (the Rail simulation) causes the larger sensible heat flux at the surface due to replacement of natural surface by impervious, artificial materials which have larger heat capacity and lower albedo than the natural surface.
- Also, it leads to smaller latent heat flux and upward moisture at the surface in the Rail simulation related to less vegetation fraction than the NoRail simulation (Figure_A-3).
- The uppermost soil level is mostly affected by the change of natural land surface by railway construction. The change is ranged from 0.2 to 0.47 g m⁻³ depending on time of the day. The deeper levels are less affected showing negligible difference. Thus, the railway construction process tends to show the influence near or above the surface rather than the below-surface changing exchange between land surface

and atmosphere modifying surface fluxes (Figure_A-4).

- The maximum relative humidity is reduced due to lack of upward moisture flux and latent heat flux at the surface due to lessened vegetation. The change is ranged from 0.35-0.75% at the 2-m above surface. The maximum wind speed is also changed possibly due to blocking effect (Figure_A-5).

6. ASSESSING THE POTENTIAL IMPACTS

There are three main criteria of the transboundary impacts that are defined in Convention on EIA in transboundary context and one and more criteria may apply for the proposed activities.

- 1) *“size” proposed activities which are large for the type of the activity (UN, 1991)*
- 2) *“location” proposed activities which are located in or close to the an area of special environmental sensitivity or importance, also proposed activities in locations where the characteristics of proposed development would be likely to have significant effects on the population (UN, 1991)*
- 3) *“effects” proposed activities with particularly complex and potentially adverse effects, including those giving rise to serious effects on humans or on valued species or organisms, those which threaten the existing or potential use of an affected area and those causing additional loading which cannot be sustained by the carrying capacity of the environment (UN, 1991).*

As based on these terminologies, potential environmental impacts including the impacts assessed in DEIA were undertaken in this study. The potential environmental impacts are shown in Table 2.

Table 2. Matrix for assessment of potential environmental impacts

Environmental aspects	Negative impacts		Positive impacts	Scope of the impacts
	Short-term impacts during the construction phase	Long term impacts during the operation phase		
I. Ecology				
1. Hydrobiont	moderate			domestic
2. Soil insects	moderate			transboundary
3. Wildlife habitat	moderate	moderate		domestic
II. Physical change of environment and pollution				
4. Water quality and resource (drinking water)	moderate	moderate		domestic
5. toxic substances could produce waterborne diseases which may affect human and animals	moderate	moderate		domestic
6. Dust	moderate	moderate		transboundary
7. Soil pollution	high			transboundary
8. Noise	high	moderate		transboundary
9. Soil moisture				transboundary
10. Surface fluxes				transboundary
11. Wind speed				transboundary
III. Natural resource use				
12. Land use	moderate			domestic
13. Pastureland	moderate	moderate	moderate	domestic
14. Agriculture			high	domestic
15. Mineral resources	high			domestic
IV. Natural and technological hazards				
16. Accidents caused by inadequate storage and utilization	moderate			domestic
17. Increase in frequency and probability of occurrence of natural disaster				domestic
18. natural disaster, flood, earthquake		moderate		domestic
V. Social impacts				
19. Power supply			moderate	domestic
20. Water supply		moderate		domestic
21. Hospital, commerce and services			moderate	domestic
22. Impact on infrastructure development	moderate		high	transboundary
23. Resettlement				domestic

Environmental aspects	Negative impacts		Positive impacts	Scope of the impacts
	Short-term impacts during the construction phase	Long term impacts during the operation phase		
24, Change in individual income			moderate	domestic
25, population change			moderate	domestic
VI. Impacts on economy and the environment				
26, changing individual income and tax			moderate	domestic
27, increasing local income			high	transboundary
28, increasing seasonal demand			moderate	
29, increasing employment			moderate	domestic
30, Supporting to reduce poverty			moderate	domestic
31, Increasing land use			high	transboundary
VI. Natural beauty				
32, Degrading natural beauty	moderate			transboundary
33, Landscape change	moderate			domestic
34, To affect the special protected areas				transboundary
35, To affect tourism			high	transboundary
VII. Historical, archaeological and cultural heritages				
36, Impacts on historical heritages				domestic
37, Affecting on archaeological and paleontological finds				domestic

*In this table: "Domestic" refers to the impacts cover the area of the proposed railway track
"Transboundary" refers to the area of proposed railway track and 190 km from the border of Mongolia to China*

Accordance with Table 3, 14 negative impacts may be in effect during the construction phase and 8 negative impacts may occur during the operation phase. The impacts are evaluated in terms of significance scope of high, moderate and no impact. Most of the negative impacts can affect the environment and positive impacts are more likely relevant to the socio-economics.

In this study the HYSPLIT was used and the model was developed by National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). HYSPLIT computes simple air parcel trajectories as well as complex dispersion and deposition simulations.

As shown on Figure 3, the results of the forward trajectory of air particles were released at the source points at 1000 and 2000 LST. The 48-h forward air mass trajectories shows that after originating in various locations on the railway tracks, the

air mass has been travelling to southern area and part of the mass has travelled crossing the boundary. The air particle transport is largely dependent on meteorological pattern and geographical feature.

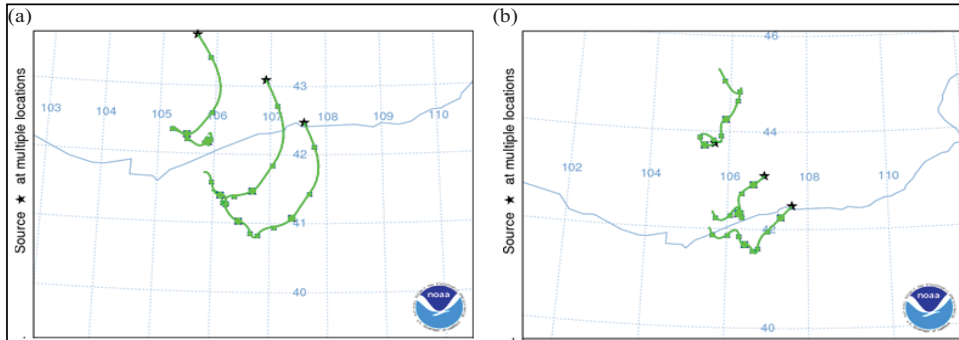


Figure 3. Sample trajectory of air mass pathway emitted at the source points at (a) 1000 and (b) 2000 LST.

Figure 4 shows the topography at the northern point, which is located over elevated terrain which partly contributes to retard the air particles to advect. The air particles emitted at 1000 LST travels farther than that at 2000 LST due to deeper daytime convective boundary layer which is responsible for stronger turbulent exchange. The trajectories of the particles emitted at 2000 LST shows the shorter distance, because particles are slowed down immediately after its release due to reduction of boundary layer and rise of the air stability after sunset. The daytime released particles are capable to be advected up to ~190 km beyond the boundary of Mongolia.

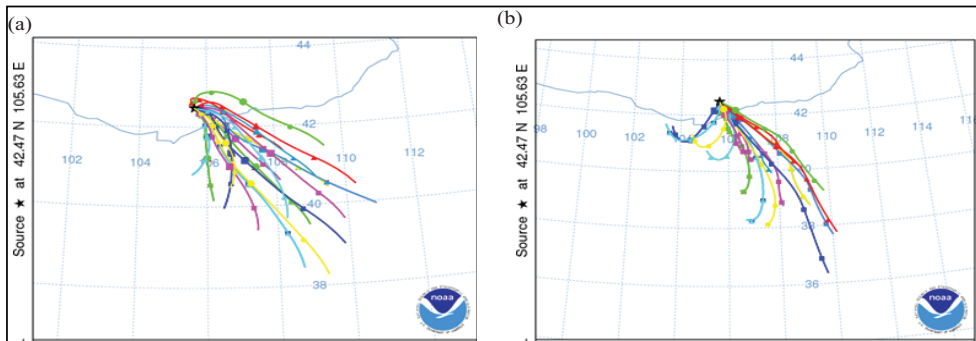


Figure 4. Sample ensemble trajectories of air mass pathway emitted at the source points at (a) 1000 and (b) 2000 LST.

After construction of railway track, the land surface with less vegetation holds less moisture and its cumulative effect leads to less moisture condensation. Soil erosion and desertification can be seen as causes of dust storms and sandstorms. Key factors of the dust storms are soil moisture content. The impacts of dust storms include reductions in livestock forage, reduced water availability, sand encroachment on productive land, increased flooding, and reduction of crop yields. These disrupt life and increase poverty and migration. Dust storms are also a huge source of pollution. The presented possible transport of pollutant particles, particularly dust particles, is by wind. Soil particles blown by the wind into the air have a major impact on human and animal health. High levels of pollution could trigger health problems. Particles suspended in air by wind are easily inhaled and accumulate in lung tissues causing major respiratory problems. Concentrated levels of wind-blown particles can also reduce visibility and increase the risk of automobile accidents. Moreover, the reduction in plant cover that accompanies desertification leads to accelerated soil erosion by wind and rain. Nutrients in the soil can be removed by wind or water. Salt can build up in the soil which makes it harder for plant growth. Wind physically removes the most fertile part of the soil and lowers soil productivity. Loosened soil may bury plants or leave their roots exposed. Impact of run-off is likely to increase. When soil permeability decreases, less water will soak into the soil and more will run-off. A reduction in plant cover also results in a reduction in the quantity of humus and plant nutrients in the soil, and plant production drops further. As protective plant cover disappears, floods become more frequent and more severe.

Desertification is self-reinforcing, i.e. once the process starts, conditions are set for continual deterioration. Organic matter is a small fraction (2% to 4%) of soil mainly present on the soil surface. Organic matter contributes to productivity through its effect on the physical, chemical, and biological properties of the soil. When organic matter is lost, soils tend to lose their physical structure. The degradation of soil structure makes the soil hard, compact and cloddy. The soil aeration, water-holding capacity and permeability are also decreased. Decreased aeration means less oxygen available for plant roots to grow. Some soil from damaged land enters suspension and becomes part of the atmospheric dust load. Dust obscures visibility and pollutes the air, it fills road ditches where it can impact water quality, and it causes automobile accidents, fouls machinery, and imperils animal and human health.

Soil erosion and desertification can be seen as causes of dust storms and sandstorms.

Key factors of the dust storms are soil moisture content. The impacts of dust storms include reductions in livestock forage, reduced water availability, sand encroachment on productive land, increased flooding, and reduction of crop yields. These disrupt life and increase poverty and migration. Dust storms are also a huge source of pollution. As an example, chapter 3 presented possible transport of pollutant particles, particularly dust particles, by winds. Soil particles blown by the wind into the air have a major impact on human and animal health. High levels of pollution could trigger health problems. Particles suspended in air by wind are easily inhaled and accumulate in lung tissues causing major respiratory problems. Concentrated levels of wind-blown particles can also reduce visibility and increase the risk of automobile accidents.

7. DETERMINING IMPACT SIGNIFICANCE

There are many ways to acquire significance of the environmental impacts. The UN convention states: *“The establishment of threshold levels and more specified criteria for defining the significance of transboundary impacts related to the location, nature or size of proposed activities, for which environmental impacts assessment in accordance with the provisions of this convention shall be applied and establishment of critical loads of transboundary pollution”*. By this definition, TEIA should be established in terms of significance of the impact defined in two criteria: magnitude and importance of the impact. Impact significance is essentially determined by some function of impact characteristics and the importance of the impact (UNEP 2002). Moreover UNEP (2002) states the determinants of the impact characteristics and impacts importance as shown on Table 3.

Table 3. Arguments of the impact characteristics and importance (source: UNEP 2002)

Impacts characteristics:	Impact importance:
Magnitude	Public interest
Nature	Designations
Duration	Legal requirements
Spatial extent	Value
Reversibility	Decision-making context
likelihood	Acceptability
Timing	Sensitivity
Frequency	sustainability
Mitigation potential	

For this study, the main criteria for the significance of the impact are chosen by magnitude, duration and extension in order of scores of *high*, *moderate* and *low* for the significance.

Significance of the transboundary impacts are listed Table 4 including the modeling results.

Table 4. Significance of the impacts

Impact type	Impact significance	Direct/indirect
Soil insects	moderate	Direct
Dust	moderate	Direct
Soil pollution	high	Indirect
Noise	high	Direct
Soil moisture	high	Indirect
Microclimate	moderate	Indirect
Surface fluxes		Direct
Air quality	high	Direct
Impact on infrastructure development	moderate	Indirect
Increasing local income	high	Indirect
Increasing land use	high	Direct
Degrading natural beauty	moderate	Direct
Resettlement	high	Indirect
To affect the special protected areas	moderate	indirect
To affect tourism	moderate	Indirect

8. IDENTIFYING BEST PRACTICAL ENVIRONMENTAL OPTION

The target project, constructing a railway from the Tavan Tolgoi to the Gashuun Sukhait, is to propose solving coal transportation problems in the region. Mining companies produce mining products and transit it to China border. At present, trucks load coal products with 80-100tonnes and over. It goes over estimated standard of trucks factory capacity of 30—38 tn. As a result of these trucks transportation the road becomes crashed. Even though there is a pavement road constructed to Gashuun Sukhait, 10-15 crossroads stand at the next to the main road through 40-100m distance. Therefore, environmentally and socio-economically constructing the railway is the best option for the area. The comparison of the paved road and the railway are listed in Table 5.

Table 5. Comparison of the current system and the proposed railway to identify the best option

Impacts	Paved road	The proposed railway
Degradation of ambient air quality	Always high when transportation activities	Only during the construction
Increasing dust	Always high when transportation activities	Only during the construction
Scope of the land use change	Increasing	limited
Transportation efficiency	low	high
Economic effectiveness	low	high

If the railway is constructed successfully as designed, the current negative impacts like dust storm and relevant indirect adverse impacts can decrease and economic value of the transportation can increase.

9. GAPS AND UNCERTAINTIES

Identification of gaps in knowledge and uncertainties are encountered in compiling the required information to be included in the EIA documentation (*UN, 1991*). For this purpose, the following gaps and uncertainties are defined:

- No observational measurements for validation of the modeling results around the border
- Consequences of the impacts of trucks movement excluded
- Unclear organization of public participation at transboundary level
- There is no particular study on wild animal population and their habits; thus, it is not possible to assess potential impacts on that issue

10. ENVIRONMENTAL MONITORING

The Environmental Monitoring Program for this project has been developed by DEIA. The monitoring program considers the monitoring parameters, mitigation measures and standards which apply to the implementation of the program including sampling and the analysis. All associated standards include national environmental standards or regulations.

Significant potential environmental impacts from the railway project, mitigation measures and monitoring program for the negative impacts are addressed in detail (Table 6).

Table 6. Environmental monitoring plan

	Impacts	Mitigation measures	Monitoring program,
Air quality	Dust	To water and moisturize dust source during the earthwork activities of the construction phase	Carrying out air quality monitoring program in the projected area by measuring observation of dust and amounts of CO, SOx, CmHn (twice a year)
	Toxic materials (including CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂ , C ₁₂ H _(10-n) CLn, C ₁₂ H _(8-n) CLnO ₂ , C ₁₂ H _(8-n) CLnO), particulates and odors	To arrange activities of the construction and transportation should be exposing sound levels less than 70 dB	To undertake noise level monitoring by measuring for an hour twice a year at 8 points in the projected area
	Increasing noise	To prevent sound level using insulation and noise barrier for the noise source	Ensuring compliance with standards of MNS 3295: 1991 for air quality and MNS 5002:2000 for noise
Surface and ground water	Surface water runoff bed and depressions might get polluted fuel and lubricants	To lay pipes and building culverts which allow rainwater to prevent washing soil	To undertake water quality monitoring by analyzing water chemistry including hardness, heavy metals and nutrients components, Measurements will be recorded at 29 points where water samples collected during the field research and new wells if there any
	Dissolved oxygen in water might be released and oxidized due to pollution	To clean up waste dump constantly on ephemeral river beds, springs and water bodies	Ensuring compliance with standards of MNS 0900:19921, MNS 3935:1986 and MNS 4943:2000
	Groundwater might be get acidic (SO ₂ , SO ₃) because of fuel and lubricants pollution	To create protection zone for water bodies under the expert guidance of relevant local administration	
	Lead pollution might be accumulated and form tetraethyllead		
	Water might be polluted bacteria, parasites and coli-E		

	Impacts	Mitigation measures	Monitoring program,
Soil	Soil will be polluted and geomorphologic aspects will be changed due to removing 20 cm width of topsoil along the railway corridor during the construction,	To get land use permission for earth source to build embankment and earthworks and for locations could be affected construction works	To implement soil quality monitoring by evaluating industrial and technological contamination of soil
	To contribute active soil creep and landslide	To relocate removed earths and soil for using proper way such as earthworks and rehabilitation	Measurement shall be done once a year at 5 points
		To set up the safe storage of chemical substances and container of vehicle and machinery equipment	Ensuring compliance with standards of MNS 331-91, MNS 2305-94 and MNS 3263-90
		To install clean up materials and operations for spilled fuel lubricants and chemical substances	
		To establish buffer zone to allow not expanding influence area from the planned corridor of the railway	
Flora	Vegetation cover along the railway corridor will be removed	To restore removed soil for rehabilitation activities	
	Soil moisture and nutrient balance will be degraded, As a consequences, vegetation cover will be destroyed and push up weeds,	To establish boundaries and provide temporary signs in areas where vegetation degradation will and will not created	
Fauna	Habitat of insects, reptiles in soil will be destroyed in the projected area	To erect warning signs which do not allow significant traffic movement and sound level to disturb wildlife	To undertake research study on population and community of rare Saiga antelope in Heeriin bulag, Mogoin Ulaan and northern Bayan Tolgoi and Asiatic wild ass in Huuvriin tal by professional team at beginning and end of the project
	Mammals and birds might change their habits because of degradation of the project area	To put up warning signs at specific points where railway route run through herders wells and water bodies for livestock and wildlife	To undertake research study on population and community of Asiatic wild ass around the planned route of the railway by professional team at beginning and end of the project
	Wildlife inhabiting in the vicinity might flee due to noise, dust and lack of fodder		To construct crossing passage for livestock and wildlife could pass freely
	Biodegradable waste can lead to synantropic animals		

Source: Report on Detailed Environmental Impact Assessment report on Ukhuaa Khudag -Gashuun Sukhait railway construction by Enco LLC, 2008

LESSON LEARNT FROM THE PILOT TEIA

The pilot TEIA on the Tavan Tolgoi-Gashuun Sukhait railway project was implemented to initiate EIA in a transboundary context. The assessment was carried out based on domestic EIA document and using the international convention on EIA in a transboundary context. Moreover, the potential impacts evaluated modeling approach as scientific methods. The lesson derived from the pilot TEIA listed below:

The initial preparation for the assessment:

- The UN (1992) convention provides with three criteria including *size*, *location* and *effects* for the impacts in a transboundary context. Then it is better that parties identify a consensus of initiating transboundary impact assessment what criteria (one of them or more, or new) can be critical value for TEIA to implement efficient assessment.
- Parties may use different methodologies or concepts to assess a significance of the impacts. Therefore parties should take on criteria for the significance of the impact in transboundary context.
- The regulation or rules should be made by bi or multi-lateral political level in TEIA purpose then they will have a similar knowledge of the assessment.

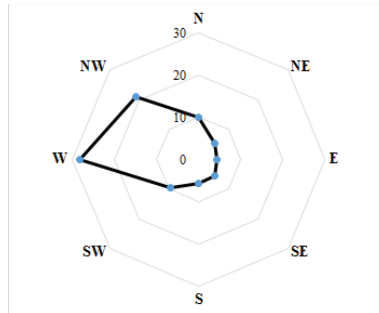
For the assessment:

- Each environmental aspect should be assessed by scientific approaches such as modeling, data analysis on observational data, field research etc. It improves the assessment accuracy.
- Modeling is one of the proper assessment tools for the transboundary context within the limited data source.
- TEIA is more multi-purpose and an accurate tool compared to the domestic EIA, especially in effective mitigation measures.
- In order to improve the efficient assessment of the potential impacts, it needs to involve bi or multilateral participation in the TEIA, especially in public participation, and also agreement or cooperation to obtain the measurements at the specific sites to validate modeling results.

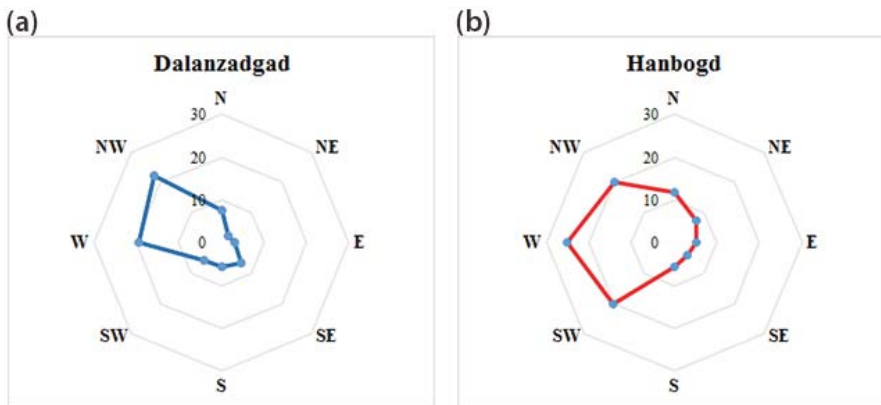
REFERENCES

- Brankov, E., Henry, R. F., Civerolo, K. L., Hao, W., Rao, S. T., Misra, P. K., Bloxam, R., and N. Reid, 2003: Assessing the effects of transboundary ozone pollution between Ontario, Canada and New York, USA, *Environ. Pollut.*, **123**, 403-411.
- Convention on environmental impact assessment in a transboundary context, United Nations, 1991
- Detailed Environmental Impact Assessment report on Ukhaa Khudag -Gashuun Sukhait railway construction by Enco LLC, 2008
- Draxler, R.R. and Rolph, G.D., 2013. HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model, NOAA Air Resources Laboratory, College Park, MD.
- Kottke, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteor. Z.*, **15**, 259-263.
- Laprise R, 1992: The Euler equations of motion with hydrostatic pressure as an independent variable. *Mon. Wea. Rev.*, **120**, 197-207.
- Pielke, R. A., Marland, Sr. G., Betts, R. A., Chase, T. N., Eastman, J. L., Niles, J. O., Niyogi, D., and S. Running, 2002: The influence of land-use change and landscape dynamics on the climate system: Relevance to climate-change policy beyond the radiative effect of greenhouse gases. *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, **A360**, 1705-1719.
- Rolph, G.D., 2013. Real-time Environmental Applications and Display sYstem (READY), NOAA Air Resources Laboratory, College Park, MD.
- Wang, H., Jacob, D. J., Le Sager, P., Streets, D. G., Park, R. J., Gilliland, A. B., and A. van Donkelaar, 2009: Surface ozone background in the United States: Canadian and Mexican pollution influences, *Atmos. Environ.*, **43**, 1310-1319.

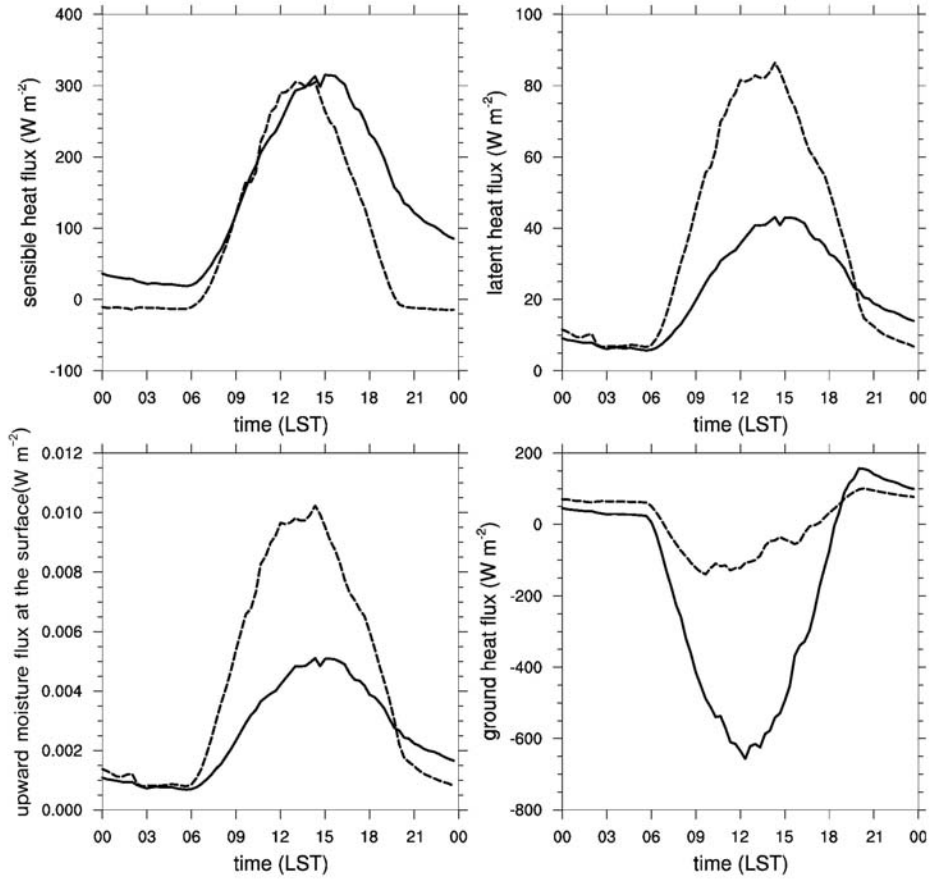
APPENDICES



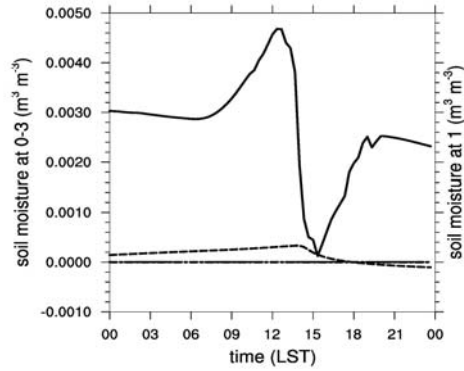
Figure_A-1. Frequency of mean wind directions at Hanbogd, Dalanzadgad, Saihan, Tsogt-Ovoo, Manlai, and Mandah meteorological stations



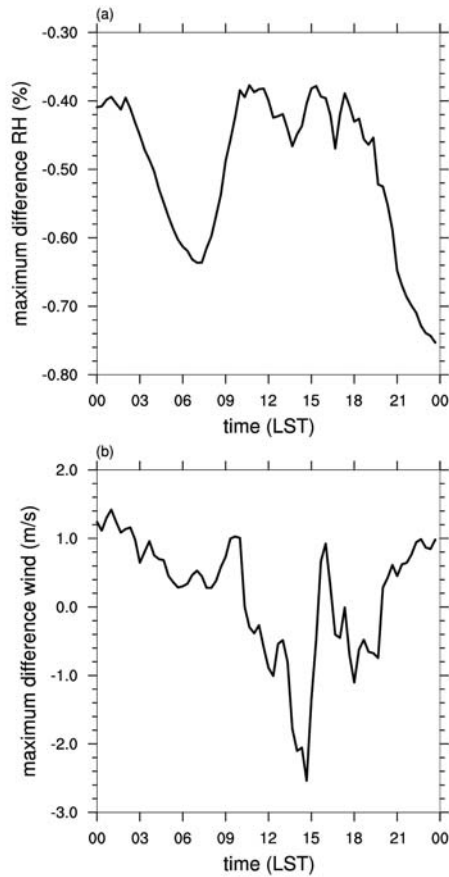
Figure_A-2. Frequency of wind directions at (a) Dalanzadgad and (b) Hanbogd meteorological stations.



Figure_A-3. Diurnal variations of (a) sensible heat flux, (b) latent heat flux, (c) upward moisture flux at the surface, and (d) ground heat flux averaged over the railway track area in the Rail (solid) and NoRail (dashed) simulations



Figure_A-4. Diurnal variations of soil moisture change at ground levels (0.05 m, 0.25 m, 0.7 m, and 1.5 m) between the Rail and NoRail simulations.



Figure_A-5. Diurnal variations of maximum difference of (a) relative humidity at 10 m and (b) wind at 10 m averaged over the railway track area between the Rail and NoRail simulations.