

## 특별기획

### 북방석유사정

**러**시아 극동지역에는 탐사되지 않거나 개발되지 않은 탄화수소자원이 연간 300억 $m^3$ 의 가스를 수출할 수 있는 몇몇 대규모 프로젝트를 가능하게 할 정도로 풍부하다. 그러나 개발프로젝트의 성패는 외국회사의 유치에 의존해 있다. 동시에 비교적 높은 투자리스크와 대규모 투자자본 등으로 해서 막대한 양의 매장량 개발이 요구되고 2000년까지 100억 $m^3$  이상의 가스수출을 가능하게 할 프로젝

다. 구소련 해양 유망지역의 약 절반인 400만 $km^2$ 가 러시아 극동에 위치해 있다. 그렇지만 탐사는 사할린 대륙붕과 북부지역에 한정되었다. 여타 지역의 탐사는 초기 단계에 있다. 다음의 탄화수소 자원현황은 러시아의 매장량분류 기준을 따랐다.

### 원 유

1993년 1월 1일 현재, 러시아 극동지역에는 59개 유전이 있는 것으

# 러시아 극동지역의 석유개발 잠재성

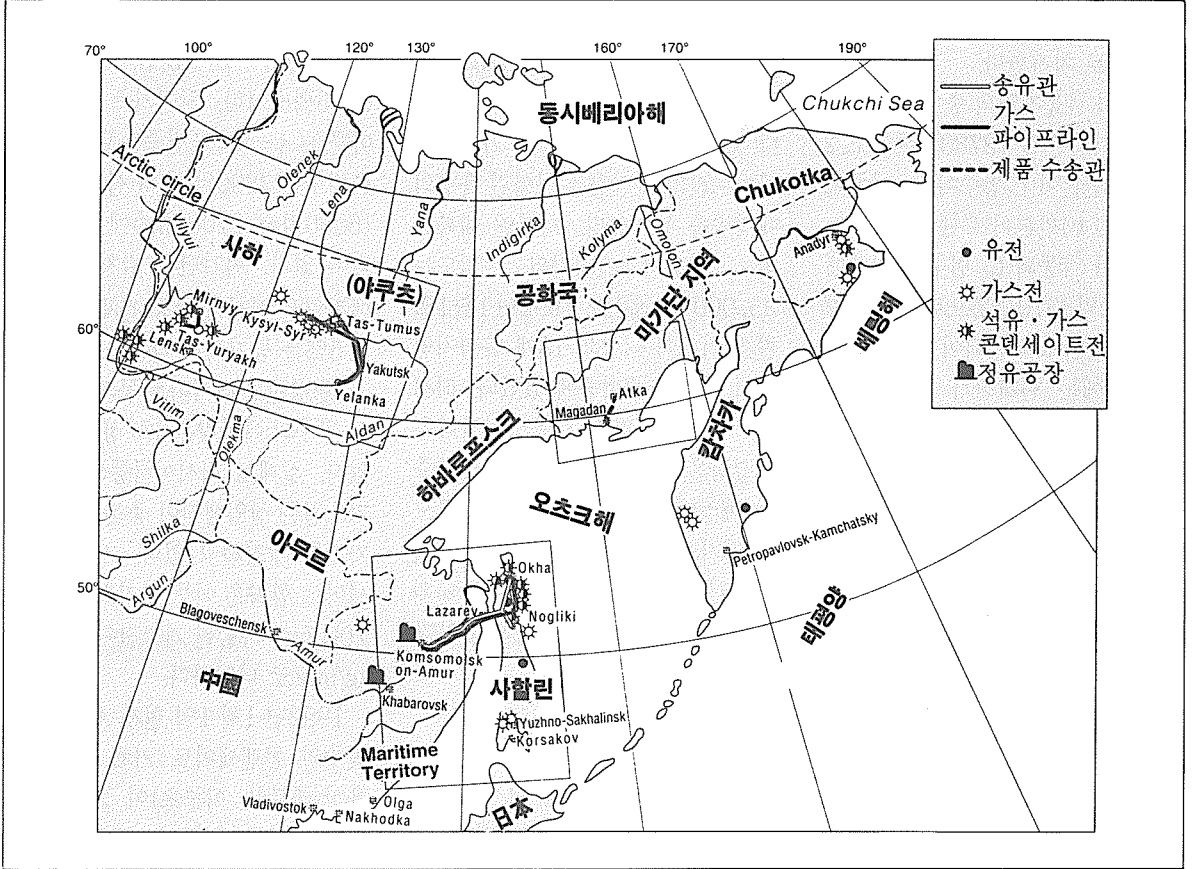
트가 지연되고 있다.

## 탄화수소자원

러시아 극동의 탄화수소 자원은 주로 사할린 육해양 인근, 오오츠크해 대륙붕지역, 야쿠츠허 중부 및 남서부에 부존되어 있다. 또한 비교적 소규모 유망지역이 하바로프스크, 연해주, 아무르, 캄차카지역에 상당수 존재한다. 그렇지만 이들 지역의 탐사는 거의 이루어지지 않고 있다. 러시아 극동에서 탄화수소 부존유망성이 가장 높은 지역은 대륙붕지역이

로 알려져 있는데, 야쿠츠허에 11개, 마가단에 3개, 사할린에 45개(오오츠크해 대륙붕에 5개) 등이다. 1992년 1월1일 현재 러시아 극동의 잠재적 자원량은 9460만톤의 누적 생산을 포함 89억 2230만톤으로 평가된다.  $A+B+C_1$  범주의 매장량은 3억 2780만톤,  $C_2$  범주는 2억 8370만톤,  $C_3$  범주는 7930만톤,  $D_1+D_2$  범주는 81억 3700만톤이다. 러시아 극동의 잔여 원시매장량은 약 28억톤으로 이중 약 50% 이상이  $C_2$  범주이다. 야쿠츠허의 원시매장량은 11억톤으로 평가되는데 이중 약 60%가  $C_2$ 의 범

〈그림-1〉 러시아 극동의 석유·가스 부존 지역



〈표-1〉 러시아 극동의 원유매장량

(단위 : 백만톤)

	유전수	매 장 량				
		A	B	C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Sakha (Yakutia)공화국	11	—	—	438.3	438.3	667.4
Magadan	3	—	—	13.7	13.7	26.8
Sakhalin	45	85.4	110.8	677.0	873.2	753.3
		12.3	21.7	159.0	193.0	146.0
합	59	85.4	110.8	1,129.0	1,325.2	1,447.5
	0	12.3	21.7	293.8	327.8	283.7

주 : 분자는 원시매장량, 분모는 1992년 1월1일 기준 매장량

러시아 범주 A+B는 확인매장량, C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>는 추정 및 일부 예상매장량임.

A+B+C<sub>1</sub>는 탐사기체매장량으로서는 미국 매장량 기준에서는 확인매장량에 추정 매장량 일부가 포함된 것임.

주이다. 사할린 지역은 약 16억톤으로 45%, 마가단지역은 4000만톤으로 65%로 차지한다.

러시아 극동지역의 총 가채매장량(A+B+C<sub>1</sub>)은 3억2780만톤이고, 2억9380만톤이 C<sub>1</sub>범주이며, 야쿠츠크에 1억3140만톤이 부존되어 있다.

러시아 극동의 C<sub>2</sub> 범주의 가채매장량은 2억8370만톤으로 거의 야쿠츠크와 사할린에 부존되어 있다. 러시아 극동에는 현재까지 11개 유전, 14개 석유·가스전, 17개 가스·유전, 17개 석유·가스·콘덴세이트전이 발견되었다. 이중 24개 전이 개발중에 있으며, 이들은 모두 사할린 지역에 위치해 있다. 야쿠츠크의 3개 전, 사할린의 4개 전을 포함 7개 전이 상업적 개발을 준비중에 있으며 야쿠츠크에 6개 전, 사할린의 6개 전, 마가단의 3개 전 포함 15개 전이 탐사단계에 있다. 나머지 9개 전이 모두 사할린에 위치해 있다. 생산이 개시된 이래 1992년 1월 1일까지 러시아 극동에서 약 9500만톤의 석유가 생산되었다. 사할린 대륙붕 170,000km<sup>2</sup>의 탐사가 상당히 진행되었으며, 러시아 극동 해양지역중 석유 잠재성이 높다. 사할린 대륙붕 석유 및 가스 탐사는 1976년 일본의 SODECO(Sakhalin Oil Development Cooperation Co.)에 의해 개시되었다.

1976년에서 '82년사이에 사할린 대륙붕의 북동부지역에서 조업이 수행되어 Chaivo와 Odoptu 석유·가

스·콘덴세이트전이 발견되었다. 이후 1987년과 1989년에 각각 Piltun Astokhskoye와 Arkutun-Daginskoye 전이 자체 인력에 의해 발견되었다. Odoptu와 Chaivo 유·가스콘덴세이트전의 매장량은 사할린 육상의 매장량을 능가한다. 사할린 대륙붕의 예상가채매장량의 밀도는 25,000톤/km<sup>2</sup>이다. 1992년 1월 1일 현재 러시아 극동의 18개 유망지역에서 시추가 준비중에 있었다. 러시아 극동의 C<sub>3</sub> 범주의 유망원시석유 매장량은 7930만톤이고 D<sub>1</sub>+D<sub>2</sub> 범주의 예상매장량은 81억3700만톤으로 평가되고 있다. 미발견 석유자원의 대부분은 사할린 지역(36%)과 야쿠츠크(54%) 지역에 분포하고 있다.

## 천연가스

1992년 1월 1일 현재 러시아 극동의 가스전은 72개로 알려져 있다. 야쿠츠크에 30개, 사할린 지역에 55개, 캄차카 지역에 4개, 마가단 지역에 2개, 하바로프스크에 1개이다. 이들 중 26개(사할린 22개, 야쿠츠크 4개)는 상업생산중이며 15개(사할린 7개, 야쿠츠크 6개, 캄차카 2개)는 상업개발을 준비중에 있으며, 30개(야쿠츠크 15개, 사할린 10개, 마가단 2개, 캄차카 2개, 하바로프스크 1개)는 탐사 및 평가상태에 있다. 러시아 극동의 잠재적 가스 자원량은 24조 2105억m<sup>3</sup>로 여기에는 가스생산 및 소실 449억m<sup>3</sup>가 포함된다. A+B+C<sub>1</sub>의

범주의 잔여매장량은 1조 5976억m<sup>3</sup>, C<sub>2</sub> 범주는 6141억m<sup>3</sup>, C<sub>3</sub> 범주는 2551억m<sup>3</sup>, D<sub>1</sub>+D<sub>2</sub> 범주는 21조 6988억m<sup>3</sup>이다. 천연가스 매장량은 야쿠츠크(A+B+C<sub>1</sub> 범주는 9600억m<sup>3</sup>, C<sub>2</sub> 범주는 3800억m<sup>3</sup>)와 사할린 지역(6000억m<sup>3</sup>, 2200억m<sup>3</sup>)에 주로 부존되어 있다. 마가단과 캄차카지역의 매장량은 러시아 극동 전체매장량의 1.5%를 능가하지 않는다.

1992년초 러시아 극동의 A+B+C<sub>1</sub> 범주의 매장량은 3% 정도 감소되었다. 실제로 러시아 극동의 대다수 가스전은 상업생산이 충분한 규모의 가스를 매장하고 있다. 가스·콘덴세이트 함량은 야쿠츠크 가스전이 5~70kg/m<sup>3</sup>, 사할린 가스전이 9~160kg/m<sup>3</sup>으로 다양하다.

1992년 1월 1일 현재 A+B+C<sub>1</sub> 범주의 콘덴세이트 가채 매장량은 육상(대부분 야쿠츠크)이 2500만톤, 해양(사할린 해양)이 4000만톤으로 평가된다. 1992년초 C<sub>3</sub> 범주의 유망 가스 자원량은 2550억m<sup>3</sup>로 평가되며 D<sub>1</sub>+D<sub>2</sub> 매장량은 21조 7000억m<sup>3</sup> 수준이다.

가스함유지역중 20개 이상이 시추를 준비중에 있으며, 예상 매장량은 2200억m<sup>3</sup>에 이른다.

신규 석유·가스 발견 및 주요 매장량 추가는 러시아 극동 대륙붕의 퇴적분지에 집중된다. 부가해서 사할린 북동해양의 탐사지역과 함께 오츠크 북부(마가단) 대륙붕의 퇴적층 2,500~5,000m 범위로 지질적

〈표-2〉 러시아극동의 천연가스 매장량

	가스전수	누적생산량 (10억 m <sup>3</sup> )	매장량 (10억 m <sup>3</sup> )	
			A + B + C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Sakha (Yakutia) Republic				
All fields	30	18.5	959.0	375.0
Under production	4	16.95	197.3	28.2
Prepared for commercial development	6	1.43	502.4	50.6
Under exploration/appraisal	15	0.11	241.5	282.8
Under conservation	5	0.04	17.7	13.4
Magadan region				
All fields	2	—	6.9	7.8
Under exploration/appraisal	2	—	6.9	7.8
Kamchatka region				
All fields	4	—	16.0	6.6
Prepared for commercial development	2	—	13.7	0.8
Under exploration/appraisal	2	—	2.3	5.8
Sakhalin region				
All fields	55	26.4	615.2	223.2
Under exploration/ Prepared for commercial development	22	24.8	45.6	11.1
Under exploration/appraisal	7	0.07	480.7	145.1
Under conservation	10	0.44	85.7	66.5
Under conservation	16	1.06	3.3	0.1
Khabarovsk territory				
All fields	1	—	0.4	1.6
Under exploration	1	—	0.4	1.6
계	92	44.9	1,597.6	614.2

유망성이 매우 높다. 이 대륙붕 유망 지역은 폭이 300km로 175,000km<sup>2</sup>에 이른다. 오츠크 북부 대륙붕에는 고위도(75~100m)의 방대한 구조가 상당히 확인되었다. 그러나, 시추준비는 수행되지 않고 있다. 이 지역의 탄화수소 잠재력은 *Liquids* 10억톤, 가스 1.5~2조m<sup>3</sup>에 달한다. 서부 캄차카대륙붕의 115,000km<sup>2</sup>은 거의 탐사가 이루어지지 않고 있다. 그러나 캄차카 반도 육상 인접지역에서 상업성 있는 가스가 발견되었으며, 사할린 대륙붕의 고생대 및 신생대 제

3기 퇴적분지의 상업성 있는 탄화수소 부존 잠재성이 매우 높다. 캄차카 서부 대륙붕의 석유 가체 매장량의 잠재성은 5억톤, 천연가스는 7500억~1조m<sup>3</sup>로 평가된다. 베링해의 *Anadyr, Khatyr, Navarin* 지구에서의 상당량의 탄화수소 발견이 기대된다. 이 지역의 석유가체매장량의 밀도는 14,800톤/km<sup>2</sup>으로 평가되고 있다. 베링해 대륙붕의 *Karagin-Olyutor* 지역의 퇴적층의 두께는 3000~4000m 범위로 석유 및 가스 잠재성이 매우 높다.

## 개발 및 생산

막대한 탄화수소 매장량에도 불구하고 러시아 극동의 석유 및 가스 생산은 비교적 낮은 수준이며, 사할린 북부지역과 야쿠트 *Vilyui*강 분지에 거의 집중되어 있다. 수년간 원유 생산은 꾸준히 감소하여 1985년 261만톤에서 1992년 167만톤으로 감소하였다. 콘덴세이트 생산은 1985년 3만톤에서 1992년 15만톤으로 증가하였다. 천연가스 생산은 18억

m<sup>3</sup>에서 1991년 34억m<sup>3</sup>로 증가하였으나, 1992년 33억m<sup>3</sup>로 다시 감소하였다. 사할린 탄화수소의 생산은 *Sakhalinmorneftegaz*가 맡고 있는데 사할린 북동 해안을 따라 35개의 육상 석유·가스전을 개발하였다. 28개 유전에서 원유가 생산되고 있다. 최대 석유 생산전에는 *Okha, Tsentral' Naya, Mongi, Mirzoyeva*등인데, 이 유전에서 1992년에 각각 약 30만톤의 원유 및 콘덴세이트가 생산되어 사할린 전체 생산의 55%를 차지했다.

최초의 2개 유정은 거의 고갈되었으며 주로 펌프에 의해 생산되었다. 생산원유의 성상은 저유황, 저파라핀이고 API도는 26~45°, 점도는 100~3,000CST 수준이다. 1992년말 현재 *Sakhalinmorneftegaz*가 운영하는 총유정은 2,292개이며 이중 1,839개가 생산정이다. 생산정당 평균 산출률은 계속 감소하여

1985년에 3.8톤/일에서 1992년에 2.5톤/일로 감소하였다. 최근 석유 생산의 4/5 이상이 펌핑으로 수행되는데, 자연분출에 의한 생산은 1985년에 34%에서 1992년에 13%로 감소하였다. 동시에 물 주입을 이용한 회수는 70%에서 82%로 증가했다.

사할린의 천연가스는 순수한 가스정에서의 생산이 90%를 차지하고 *Mirzoyeva, Ust Evay, Mongi, Volchinka*와 같은 석유·콘덴세이트 또는 석유·가스전에서의 수반가스 생산이 10%를 차지한다. 이들 석유·가스전에서의 1992년도 가스 생산은 15억m<sup>3</sup>로 사할린 가스생산의 85% 이상을 차지한다. 특히 *Okha* 서쪽 2km 지점에 위치한 *Mirzoyeva* 석유·콘덴세이트전에서 가스 8억 5000만m<sup>3</sup> 이상이 생산되었으며, *Nogliki* 북쪽 60km지점에서 발견한 *Ust-Evay* 콘덴세이트 전에서 거의

3억m<sup>3</sup>가 생산되었다. 1993년초 *Sakhalinmorneftegaz*사의 가스정은 80개이며, 이중 51개정이 생산정이다. 가스정의 평균 생산은 1985년 54,000m<sup>3</sup>/d에서 1991년과 92년 85,000m<sup>3</sup>/d까지 증가했다. 동시에 수반가스의 이용이 확대되어(1985년 18% 이하에서 1991년 61% 이상으로) 연소가스량은 11억m<sup>3</sup>/년에서 1억2500만m<sup>3</sup>/년으로 감소하였다. 1995년경 사할린의 수반가스는 대부분 이용될 것이 기대된다. 야쿠츠크에서는 *Yakutgazprom*과 *Lenaneftgazgeologiya* 2개 국영회사가 석유 생산을 담당하고 있다. *Yakutgazprom*은 *Ust-Vilyuiskoye, Sredne-Vilyuiskoye, Severo-Nelbinskoye, Tolon-Mastakhskoye* 등의 미개발전에서 석유 및 가스를 생산하고 있다. 1985년~92년 사이에 천연가스 생산은 9억9500만m<sup>3</sup>에서 15억3800만m<sup>3</sup>로 증가했으며, 원유생산은

〈표-3〉 시추 예정 유망 가스함유 지역

행정 구역	지역 수	C <sub>2</sub> 범주 자원량(10억m <sup>3</sup> )
Sakha (Yakutia) Republic	2	3.6
Magadan region	2	18.8
Kamchatka region	6	25.3
Sakhalin region	12	170.4
Offshore Sakhalin	4	154.6
계	22	218.1

9,000톤에서 58,000톤으로 가스·콘덴세이트 생산은 25,600톤에서 74,000톤으로 증가했다. 1992년말 현재 Yakutgazprom의 가스정 수는 52개 정이고, 이중 26개 정이 생산정이다. 유정은 4개정 모두가 생산정이다. Lenaneftegazgeologiya는 주로 야쿠츠의 지질조사를 담당하고 있다. 동시에 개발을 준비중인 유전에서 소량의 석유·가스를 생산하고 있다. 1992년의 원유생산은 5,000톤에 불과했다. 야쿠츠 저류층은 초기 지층 압력이 낮고 생산원유의 점도가 높으며, 개발에 상당한 어려움이 있다. 또한 지층 압력의 유지가 요구된다.

야쿠츠 가스 생산의 85% 이상이 Ust-Vilyuiskoye, Tolon-Mastakhskoye, Sredne-Vilyuizkoy와 Severo-Nelbinskoye 4개 전에 집중되어 있다. 추가로 연간 1억7000만<sup>3</sup>의 가스가 Sredne-Botuobinskoye 석유·가스·콘덴세이트전에서 생산되

고 있는데, Lenaneftegazgeologiya와 Yakutgazprom의 공동으로 개발 중이다.

### 향후 생산

향후 러시아 극동의 탄화수소생산은 사할린 대륙붕과 야쿠트 석유·가스전의 추가탐사 및 개발에 전적으로 의존하고 있다. 이 지역의 개발에는 상당규모의 원자재 및 재정지원과 석유처리 시설을 위한 하부구조 조성이 요구된다. 국내 자원개발과 외국투자유치를 통해 2005년까지 Liquid는 850만톤/년, 천연가스는 20억<sup>3</sup>년 수준까지 증가시킬 수 있을 것으로 가정하고 있다. 종전과 마찬가지로 Liquids 생산은 주로 사할린 지역에 집중될 것이며, 2005년까지 원유 640만톤/년, 콘덴세이트 60만톤/년에 이를 것이다. 야쿠츠의 Liquids 생산은 1992년 비해 10배까지 증가하여 150만톤/년에 이를

것이며 이중 30만톤은 콘덴세이트이다.

사할린 지역에서 생산된 Liquids는 프로세싱을 위해 하바로프스크로 수송될 것이다. 러시아 극동의 석유 공급이 보다 나아지게 됨으로 서시베리아로부터의 석유 수입이 1992년의 820만톤에서 2005년에 450만톤까지로 줄어들 것이다. 사할린에 대규모 석유 처리 시설이 건설될 2005년까지는 실제적으로 200만톤의 석유가 러시아 극동으로 수출될 것이다. 야쿠츠는 계획중인 탄화수소 생산 전체가 지역수요에 충당될 것이다. 러시아 극동의 천연가스 생산도 사할린 지역에 크게 의존한다. 1992년의 17억<sup>3</sup>에서 2005년에 160억<sup>3</sup>로 증가할 것이다. 이중 135억<sup>3</sup>는 하바로프스크로 수송될 것이며 이중 100억<sup>3</sup>는 수출될 것이다.

야쿠트의 가스생산은 1992년 15억4,000만<sup>3</sup>에서 2005년 40억<sup>3</sup>로 증가할 것이다. 생산가스는 현지

〈표-4〉 러시아 극동의 탄화수소 생산

	1985	1990	1991	1992
원 유(백만톤)	2.61	1.90	1.83	1.67
Sakhalin	2.59	1.85	1.77	1.61
Yakutia	0.02	0.05	0.06	0.06
콘덴세이트(백만톤)	0.03	0.15	0.16	0.15
Sakhalin		0.08	0.09	0.07
Yakutia	0.03	0.07	0.07	0.08
천연가스* (10억 <sup>3</sup> )	1.840	3.234	3.400	3.268
Sakhalin	809	1.832	1.888	1.730
Yakutia	1.031	1.402	1.512	1.538

\* 수반가스 포함

수요에 충족될 것이다. 낙관적 시나리오하에서는 러시아 극동 자체의 *Liquids* 생산은 서시베리아에 대한 의존도를 줄이고 수출 잠재력을 증가시킬 수 있다. 뿐만 아니라 *Liquids* 생산 증분은 사할린과 야쿠츠프랜트나 하바로프스크와 *Komsmolsk-on-Amur* 정유공장에서 처리될 수 있다. 2005년에 천연가스 생산은 370억 $m^3$ 에 달할 것이며, 야쿠츠프랜트와 사할린이 각각 200억 $m^3$ 와 170억 $m^3$ 를 차지할 것이다. 상당량의 가스생산 증대는 야쿠츠프랜트와 사할린의 가스 자원 수출프로젝트를 가능하게 할 것이다.

비관적 시나리오하에서는 러시아 극동의 *Liquids* 생산은 2005년까지 연간 600만톤에 불과할 것이다. 사할린이 500만톤, 야쿠츠프랜트가 100만톤을 생산할 것이다. 가스생산은 사할린이 140억 $m^3$ , 야쿠츠프랜트가 30억 $m^3$ 에 이를 것이다. 원유 및 천연가스의 수출여력이 제한 받을 것이고, 러시아

극동의 소비에 국한될 것이다.

1991년 당시 구소련이 작성한 야쿠츠프랜트 사할린 가스 개발 및 수출 프로젝트인 '*Vostok* 플랜'은 주목할 만하다.

이 프로젝트는 중·서부 야쿠츠프랜트와 사할린에서 아무르, 하바로프스크, 연해지방을 거쳐 한반도와 일본을 연결하는 대규모 파이프라인 건설을 포함하고 있다. 직경 1,020~1,420m의 총연장 6,735km의 파이프라인을 통해 연간 160~230억 $m^3$ 의 가스가 수송될 것이다. 이 가스 파이프라인은 러시아 극동의 가스 수요를 충족시키고 2005년경 연간 200억 $m^3$ 의 가스 수출여력을 가지게 될 것이다.

최근에 유사한 타당성 조사가 수행중에 있다. *Vostok* 프로젝트와 같이 야쿠츠프랜트와 사할린의 연간 200억 $m^3$ 의 가스를 한반도 및 일본에 수출을 검토중이다. 中國도 수입국에 포함될 것이다. 해저 파이프라인을 이용

하는 대신에 *LNG*를 日本에 공급하는 방안이 고려되고 있다. 이를 위해서는 연간 *LNG* 600만톤의 대규모 가스 액화 시설과 적절한 수출터미널 건설이 요구된다. 우리의 견해로는 이 프로젝트의 실현에는 러시아의 정치적 경제적 불확실성과 같은 많은 문제가 상존해 있어 상당규모의 사전투자가 요구되고 이해 당사자의 의견 조정등이 필요하다. 러시아 극동으로부터 가스 수출을 확보하기 위한 보다 실현가능성 있는 대안은 2000년까지 사할린 생산 가스를 수출 및 수송하기 위한 파이프라인 건설 프로젝트의 수행이다.

이 파이프라인은 *Lunskoye*에서 *Komsomolsk-on-Amur*, 하바로프스크, 러시아국경의 *Dalnerechensk*를 거쳐 北韓에 연결될 것이며, 2005년까지 연간 약 100억 $m^3$ 가 수출될 것이다. ♠

〈*Oil & Gas Journal* '94. 4. 25〉

〈표-5〉 탄화수소 생산량(실제 및 계획)

	1992 생산량	비관적 케이스			기준 케이스			낙관적 케이스		
		1995	2000	2005	1995	2000	2005	1995	2000	2005
원 유*(백만톤)										
계	1.82	1.40	5.0	6.0	1.6	6.6	8.5	1.70	8.0	12.0
Sakhalin	1.68	1.25	4.5	5.0	1.4	6.0	7.0	1.45	7.0	10.0
Yakutia	0.14	0.15	0.5	1.0	0.2	0.6	1.5	0.25	1.0	2.0
천연가스*(10억 $m^3$ )										
계	3.27	3.50	15.0	17.0	4.0	17.0	20.0	5.00	25.0	37.0
Sakhalin	1.73	2.00	12.5	14.0	2.3	14.0	16.0	2.80	15.0	17.0
Yakutia	1.54	1.50	2.5	3.0	1.7	3.0	4.0	2.20	10.0	20.0

\*콘덴시이트 포함., + 수반가스 포함.