

## 충남 CNG버스 보급에 따른 경제적 효과 검토

김 형 철

충남연구원 지역도시연구부 책임연구원  
raparam@cni.re.kr

이 연구는 충남 사군에 CNG버스 확대보급을 위하여 환경성 평가와 경제적 효율성을 검토하는 것이 주요 목적임. 향후, 충남의 친환경 녹색교통의 활성화를 위하여 도로부문의 이동오염원에 속하는 대기오염물질 배출량을 저감하는 정책수립에 활용될 수 있음

### CONTENTS

1. 충남 시내버스 주행거리와 CNG버스 보급현황
2. 경유버스와 CNG버스의 환경성 평가
3. CNG버스 전환에 따른 경제성 평가
4. 결론 및 정책제언

### 요약

- 본 연구는 도로부문의 이동오염원에 속하는 대기오염물질 배출량을 저감하기 위하여 경유버스를 CNG버스로 전환함에 따라 경제적 타당성을 가늠하는 데에 목적이 있음
- 충남의 각 사군(계룡시 제외)은 경유버스를 CNG버스로 전환할 경우 경제적 효율성이 존재함. 이는 투입되는 비용(차량구입비, 유류비)대비 대기오염물질 저감에 따른 환경적 편익이 높은 것으로 해석될 수 있음
- 특히, 아산시, 공주시, 당진시, 논산시, 서산시, 홍성군, 부여군은 충남의 타 사군보다 편익 규모가 상대적으로 높아 CNG버스 전환을 우선적으로 도입할 필요가 있음
- 도로부문의 대기오염물질 배출량을 저감하기 위한 추진전략은 배출량 저감을 유도하는 전략과 배출오염원 저감을 관리하는 전략으로 구분할 수 있음. CNG버스의 도입은 배출오염원을 근본적으로 저감하는 전략으로 판단되는 바, 향후에 배출량 저감을 유도하는 전략사업들을 동시에 추진할 경우 시너지 효과가 높을 것으로 판단됨
- CNG버스의 도입은 도시지역을 중심으로 농촌을 포함한 외곽지역으로 확대추진하는 방안이 필요함. 이는 대기오염물질 저감에 따른 수혜인구를 극대화하는 방안임. 또한, 현장조사를 통하여 CNG버스가 도입될 수 있는 버스노선을 면밀히 검토하고 현실적인 도입방안을 구체화할 필요가 있음



## 01

충남 시내버스 주행거리와  
CNG버스 보급 현황

## 1. 충남 사군별 시내버스 주행거리

- 충남의 경유버스 1대당 일평균 주행거리는 276km이며, 버스 내구연한인 9년 동안의 평균 주행거리는 905,983km인 것으로 분석됨
  - 경유버스 차량 1대의 일평균 주행거리를 살펴보면 부여군이 317km로 가장 많이 주행하고, 청양군이 157km로 가장 적게 주행하는 것으로 분석됨
  - 계룡시를 제외한 충남 14개 사군의 경유버스 주행거리와 표본자료는 다음과 같음

[표 1] 사군별 경유버스 주행거리 분석

| 사군  | 일평균<br>주행거리(km) | 연주행거리<br>추정치(km) | 9년주행거리<br>추정치(km) | 표본자료            |             |            |
|-----|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------|------------|
|     |                 |                  |                   | 경유시내버스<br>대수(대) | 표본대수<br>(대) | 표본율<br>(%) |
| 공주시 | 304             | 110,945          | 998,508           | 63              | 18          | 28.57      |
| 금산군 | 295             | 107,724          | 969,514           | 19              | 13          | 68.42      |
| 논산시 | 291             | 106,359          | 957,230           | 59              | 38          | 64.41      |
| 당진시 | 296             | 107,931          | 971,378           | 65              | 45          | 69.23      |
| 보령시 | 254             | 92,802           | 835,218           | 59              | 47          | 79.66      |
| 부여군 | 317             | 115,703          | 1,041,323         | 41              | 22          | 53.66      |
| 서산시 | 268             | 97,744           | 879,692           | 66              | 45          | 68.18      |
| 서천군 | 302             | 110,168          | 991,515           | 28              | 23          | 82.14      |
| 아산시 | 251             | 91,682           | 825,141           | 173             | 136         | 78.61      |
| 예산군 | 280             | 102,025          | 918,224           | 49              | 21          | 42.86      |
| 천안시 | 240             | 87,628           | 788,656           | 33              | 33          | 100.00     |
| 청양군 | 157             | 57,149           | 514,341           | 19              | 3           | 15.79      |
| 태안군 | 309             | 112,907          | 1,016,167         | 40              | 26          | 65.00      |
| 홍성군 | 297             | 108,539          | 976,851           | 47              | 27          | 57.45      |
| 평균  | 276             | 100,665          | 905,983           |                 |             |            |

주1) 표본자료의 일평균주행거리는 각 사군별 시내버스 번호판 정보를 교통안전공단에 의뢰하여 산출하였음

주2) 연주행거리 = 일평균주행거리 × 365, 9년주행거리 = 일평균주행거리 × 365 × 9

## 2. 충남 CNG버스 보급률 현황

- 충남의 천연가스버스 보급률은 31.38%임. 충남은 도 단위 지자체 중 천연가스버스 보급률이 낮은 수준임

[표 2] 시도별 천연가스버스 대수와 보급률

(단위: 대)

| 시       | 천연가스<br>버스(대) | 총 버스<br>(대) | 보급률<br>(%) | 도       | 천연가스<br>버스(대) | 총 버스<br>(대) | 보급률<br>(%) |
|---------|---------------|-------------|------------|---------|---------------|-------------|------------|
| 서울시     | 7,482         | 7,482       | 100.00     | 경기도     | 9,404         | 12,366      | 76.05      |
| 부산시     | 2,415         | 2,517       | 95.95      | 강원도     | 456           | 1,963       | 23.23      |
| 대구시     | 1,521         | 1,521       | 100.00     | 충청북도    | 404           | 762         | 53.02      |
| 인천시     | 2,180         | 2,474       | 88.12      | 충청남도    | 348           | 1,109       | 31.38      |
| 광주시     | 998           | 998         | 100.00     | 전라북도    | 613           | 1,450       | 42.28      |
| 대전시     | 965           | 965         | 100.00     | 전라남도    | 645           | 692         | 93.21      |
| 세종시     | 27            | 126         | 21.43      | 경상북도    | 972           | 2,419       | 40.18      |
|         |               |             |            | 경상남도    | 1,217         | 1,640       | 74.21      |
| 시 단위 평균 |               |             | 86.50      | 도 단위 평균 |               |             | 54.19      |

주) 각 시도별 통계연보(2016년) 자료를 참조하였고, 2015년 기준의 천연가스버스 현황 자료임

- 충남은 전체 시내버스 운행대수 중에 69%가 경유버스이고, 31%가 CNG버스로 운행되고 있음
  - 전체 시내버스 1,109대 중에 경유버스는 761대(69%), CNG버스는 348대(31%)임
- 충남에서 CNG 시내버스가 도입된 지역은 천안시, 계룡시가 유일함. 나머지 사군 지역은 CNG 버스가 도입되지 않은 상황임
  - 천안시는 전체 360대 시내버스 중 327대가 CNG버스로 운영되고 있으며, 계룡시는 전체 21대 모두가 CNG버스로 운영되고 있음

[표 3] 충남 시군별, 연료별 시내버스 대수

(단위: 대)

| 사군  | 경유  | 천연가스 | 총계  | 사군  | 경유  | 천연가스 | 총계    |
|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|
| 천안시 | 33  | 327  | 360 | 금산군 | 19  | 0    | 19    |
| 공주시 | 63  | 0    | 63  | 부여군 | 41  | 0    | 41    |
| 보령시 | 59  | 0    | 59  | 서천군 | 28  | 0    | 28    |
| 아산시 | 173 | 0    | 173 | 청양군 | 19  | 0    | 19    |
| 서산시 | 66  | 0    | 66  | 홍성군 | 47  | 0    | 47    |
| 논산시 | 59  | 0    | 59  | 예산군 | 49  | 0    | 49    |
| 계룡시 | 0   | 21   | 21  | 태안군 | 40  | 0    | 40    |
| 당진시 | 65  | 0    | 65  | 총 계 | 761 | 348  | 1,109 |

주) 시내버스 현황(2016년 6월말 기준)

## 02

## 경유버스와 CNG버스의 환경성 평가

## 1. 차량별 대기오염물질 배출량 비교

- 대기오염물질 배출량 산출을 위하여 경유, CNG, CNG하이브리드 차량별 주행거리 km당 배출량(g) 원단위를 적용하였음
  - 대기오염물질 배출량 원단위를 검토한 결과, THC를 제외하고 CO, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> 등은 경유버스가 CNG버스(또는 CNG하이브리드 버스)보다 대기오염물질 배출량이 적은 특징이 있음
  - CO의 배출량 순위는 경유 > CNG하이브리드 > CNG 이며, 나머지 NO<sub>x</sub>, THC, CO<sub>2</sub> 등의 배출량 순위는 경유 > CNG > CNG하이브리드 순으로 분석됨

[표 4] 차량별 km당 대기오염물질 배출량(g) 산출 원단위

| 구분       | CO<br>(g/km) | NO <sub>x</sub><br>(g/km) | THC<br>(g/km) | CO <sub>2</sub><br>(g/km) |
|----------|--------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| 경유       | 1,885        | 1,613                     | 0.025         | 1,037,850                 |
| CNG      | 0.164        | 0.797                     | 1.504         | 968,550                   |
| CNG하이브리드 | 0.331        | 0.336                     | 0.588         | 669,900                   |

자료) 환경부, 경유버스(EURO-6) 및 CNG버스 환경경제성 분석, p. 35, 2015.12.

- 각 사군별로 경유버스를 모두 CNG버스로 교체하였을 경우에는 THC를 제외하고 CO, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> 모두 대기오염물질이 적게 배출됨
  - 경유버스와 CNG하이브리드버스의 비교에서도 THC를 제외하고 나머지 대기오염물질 배출량이 경유버스가 더 많은 것으로 분석됨

[표 5] 시·군별 CNG버스 도입에 따른 대기오염물질 배출량 비교

| 사군  | 9년주행거리<br>(km/9년) | 경유에서 CNG버스<br>유형에 따른 전환 | CO<br>(kg/9년) | NOx<br>(kg/9년) | THC<br>(kg/9년) | CO2<br>(kg/9년) |
|-----|-------------------|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 공주시 | 998,508           | 경유→CNG                  | 1,718.43      | 814.28         | -1,477.29      | 69,196.60      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,551.18      | 1,274.60       | -562.66        | 367,401.01     |
| 금산군 | 969,514           | 경유→CNG                  | 1,668.53      | 790.64         | -1,434.40      | 67,187.31      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,506.14      | 1,237.58       | -546.32        | 356,732.63     |
| 논산시 | 957,230           | 경유→CNG                  | 1,647.39      | 780.62         | -1,416.22      | 66,336.04      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,487.06      | 1,221.90       | -539.40        | 352,212.81     |
| 당진시 | 971,378           | 경유→CNG                  | 1,671.74      | 792.16         | -1,437.15      | 67,316.48      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,509.04      | 1,239.96       | -547.37        | 357,418.45     |
| 보령시 | 835,218           | 경유→CNG                  | 1,437.41      | 681.12         | -1,235.71      | 57,880.63      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,297.51      | 1,066.16       | -470.65        | 307,318.57     |
| 부여군 | 1,041,323         | 경유→CNG                  | 1,792.12      | 849.20         | -1,540.64      | 72,163.70      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,617.70      | 1,329.25       | -586.79        | 383,154.88     |
| 서산시 | 879,692           | 경유→CNG                  | 1,513.95      | 717.39         | -1,301.50      | 60,962.67      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,366.60      | 1,122.93       | -495.71        | 323,682.74     |
| 서천군 | 991,515           | 경유→CNG                  | 1,706.40      | 808.58         | -1,466.95      | 68,712.01      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,540.32      | 1,265.67       | -558.72        | 364,828.07     |
| 아산시 | 825,141           | 경유→CNG                  | 1,420.07      | 672.90         | -1,220.80      | 57,182.27      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,281.86      | 1,053.29       | -464.97        | 303,610.61     |
| 예산군 | 918,224           | 경유→CNG                  | 1,580.26      | 748.81         | -1,358.51      | 63,632.90      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,426.46      | 1,172.11       | -517.42        | 337,860.39     |
| 천안시 | 788,656           | 경유→CNG                  | 1,357.28      | 643.15         | -1,166.82      | 54,653.83      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,225.18      | 1,006.72       | -444.41        | 290,185.83     |
| 청양군 | 514,341           | 경유→CNG                  | 885.18        | 419.44         | -760.97        | 35,643.80      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 799.03        | 656.56         | -289.83        | 189,251.59     |
| 태안군 | 1,016,167         | 경유→CNG                  | 1,748.82      | 828.68         | -1,503.42      | 70,420.38      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,578.62      | 1,297.14       | -572.61        | 373,898.68     |
| 홍성군 | 976,851           | 경유→CNG                  | 1,681.16      | 796.62         | -1,445.25      | 67,695.78      |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 1,517.54      | 1,246.95       | -550.46        | 359,432.33     |
| 총 계 | 12,683,758        | 경유→CNG                  | 21,828.75     | 10,343.60      | -18,765.62     | 878,984.40     |
|     |                   | 경유→CNG하이브리드             | 19,704.22     | 16,190.82      | -7,147.30      | 4,666,988.58   |

## 2. 환경성 평가

- 대기오염물질의 사회적비용 감소분을 활용하여 환경성 평가를 수행하고자 함. 대기오염물질 배출량(kg)을 금액적으로 동일한 기준으로 분석하기 위하여 배출량(kg)을 화폐화하는 원단위를 적용하였음
  - 대기오염물질 배출량의 화폐화 원단위를 검토한 결과, NO<sub>x</sub>가 배출량(kg)당 비용이 가장 높고, CO<sub>2</sub>가 가장 낮은 특징이 있음
  - 본 연구에서는 2015년 기준 원단위를 2016년 기준으로 현행화하여 분석하였음. 2016년 기준 원단위 산출을 위하여 통계청의 소비자물가지수를 활용하였음

[표 6] 대기오염물질 배출량(kg)당 화폐화 원단위(사회적 비용 추정 원단위)

| 구분      | CO<br>(원/kg) | NO <sub>x</sub><br>(원/kg) | THC<br>(원/kg) | CO <sub>2</sub><br>(원/kg) |
|---------|--------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| 2015년기준 | 27,719.00    | 45,971.00                 | 2,825.00      | 8.26                      |
| 2016년기준 | 27,987.87    | 46,416.92                 | 2,852.40      | 8.34                      |

자료1) 환경부, 경유버스(EURO-6) 및 CNG버스 환경경제성 분석, p. 39, 2015.12.

자료2) 한국자동차환경협회, 대기오염물질 사회적 비용 재평가 연구, pp. 70-72, 2015.11.

주1) 2015년 대비 2016년의 소비자물가지수 비율은 1.0097임(2015년 기준 100.00, 2016년 기준 100.97)

- 시내버스 내구연한(9년) 동안 차량 1대의 경유버스가 CNG버스(또는 CNG하이브리드버스)로 전환될 경우 대기오염물질 배출량의 사회적비용은 감소하는 것으로 나타남
  - 시내버스 내구연한(9년) 동안 차량 1대를 기준으로 충청남도의 평균적인 특성을 살펴보면, 경유버스가 CNG버스로 전환될 경우에는 사회적비용의 감소가 차량 1대당 평균 74,633천원이며, CNG하이브리드버스로 전환될 경우에는 차량 1대당 평균 94,396천원의 사회적비용이 감소되는 것으로 분석됨
  - 대기오염물질별로 살펴볼 경우 CO, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>의 사회적비용은 감소하는 반면에 THC는 증가함. 하지만 전체적으로 총량적인 대기오염물질의 사회적비용은 감소하는 것으로 나타남
  - 경유버스가 CNG버스로 전환될 경우 대기오염물질 중 CO의 사회적비용 감소가 43,629천원으로 분석되어 평균적으로 가장 많이 감소하는 것으로 나타남. 이와 달리, 경유버스가 CNG하이브리드버스로 전환될 경우 NO<sub>x</sub>의 사회적비용 감소는 53,681천원으로 분석되며, 다른 대기오염물질 보다 평균적으로 가장 많이 감소하는 것으로 나타남

[표 7] 시·군별 CNG버스 도입에 따른 환경성 평가(명목금액, 사회적비용 감소 효과)

| 시·군        | 경유에서 CNG버스<br>유형에 따른 전환 | CO<br>(천원/9년) | NOx<br>(천원/9년) | THC<br>(천원/9년) | CO2<br>(천원/9년) | 합계<br>(천원/9년) |
|------------|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| 공주시        | 경유→CNG                  | 48,095        | 37,797         | -4,214         | 577            | 82,255        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 43,414        | 59,163         | -1,605         | 3,064          | 104,036       |
| 금산군        | 경유→CNG                  | 46,699        | 36,699         | -4,091         | 560            | 79,867        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 42,154        | 57,445         | -1,558         | 2,975          | 101,015       |
| 논산시        | 경유→CNG                  | 46,107        | 36,234         | -4,040         | 553            | 78,855        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 41,620        | 56,717         | -1,539         | 2,937          | 99,736        |
| 당진시        | 경유→CNG                  | 46,788        | 36,770         | -4,099         | 561            | 80,020        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 42,235        | 57,555         | -1,561         | 2,981          | 101,210       |
| 보령시        | 경유→CNG                  | 40,230        | 31,616         | -3,525         | 483            | 68,804        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 36,315        | 49,488         | -1,342         | 2,563          | 87,023        |
| 부여군        | 경유→CNG                  | 50,158        | 39,417         | -4,395         | 602            | 85,782        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 45,276        | 61,700         | -1,674         | 3,196          | 108,497       |
| 서산시        | 경유→CNG                  | 42,372        | 33,299         | -3,712         | 508            | 72,467        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 38,248        | 52,123         | -1,414         | 2,700          | 91,657        |
| 서천군        | 경유→CNG                  | 47,758        | 37,532         | -4,184         | 573            | 81,679        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 43,110        | 58,748         | -1,594         | 3,043          | 103,308       |
| 아산시        | 경유→CNG                  | 39,745        | 31,234         | -3,482         | 477            | 67,973        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 35,876        | 48,891         | -1,326         | 2,532          | 85,973        |
| 예산군        | 경유→CNG                  | 44,228        | 34,758         | -3,875         | 531            | 75,641        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 39,924        | 54,406         | -1,476         | 2,818          | 95,671        |
| 천안시        | 경유→CNG                  | 37,987        | 29,853         | -3,328         | 456            | 64,968        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 34,290        | 46,729         | -1,268         | 2,420          | 82,171        |
| 청양군        | 경유→CNG                  | 24,774        | 19,469         | -2,171         | 297            | 42,370        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 22,363        | 30,475         | -827           | 1,578          | 53,590        |
| 태안군        | 경유→CNG                  | 48,946        | 38,465         | -4,288         | 587            | 83,710        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 44,182        | 60,209         | -1,633         | 3,118          | 105,876       |
| 홍성군        | 경유→CNG                  | 47,052        | 36,977         | -4,122         | 565            | 80,471        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 42,473        | 57,880         | -1,570         | 2,998          | 101,780       |
| 시·군별<br>평균 | 경유→CNG                  | 43,639        | 34,294         | -3,823         | 524            | 74,633        |
|            | 경유→CNG하이브리드             | 39,391        | 53,681         | -1,456         | 2,780          | 94,396        |



## 03

## CNG버스 전환에 따른 경제성 평가

## 1. 경제성 평가

- 본 연구에서는 경유버스가 CNG버스로 전환됨에 따라 비용적 측면의 감소분을 평가하여 경제적 효율성을 가늠하고자 함. 이는 주행거리, 교통편익, 유지관리비용 등이 차종에 따라 모두 동일하다는 다음과 같은 가정 하에 분석을 수행하였음
  - 첫째, 시내버스 내구연한(9년) 동안 차종별(경유버스, CNG버스, CNG하이브리드버스) 주행거리는 변화하지 않고 동일한 것으로 가정함
  - 둘째, 차종에 따라 서비스되는 교통편익은 동일하다고 가정함. 이는 버스의 주연료원이 변경되었다 하더라도 도민(사군민)에게 제공되는 교통측면의 사회적 편익(예, 차량운행비용 절감 편익, 통행시간 절감편익, 교통사고 절감편익 등)은 동일하다고 가정함
  - 셋째, 시내버스 내구연한(9년) 동안 차종별(경유버스, CNG버스, CNG하이브리드버스) 유지관리비용은 동일하다고 가정함
- 경제성 분석은 경유버스가 CNG버스로 전환됨에 따라 변화되는 세가지 요인을 기준으로 분석을 수행하였음. 이러한 요인들은 대기오염물질의 사회적비용 변화, 차량구입비용 변화, 유류비용 변화 등이 있음
- 차량구입비용은 차종별(경유, CNG, CNG하이브리드)로 부가세를 제외한 금액으로 적용하였음. 경유버스는 103,627천원/대, CNG버스는 125,800천원/대, CNG하이브리드버스는 276,910천원/대로 조사됨

- 차량구입비용은 현대자동차 홈페이지를 참조하여 최근의 버스구입비용으로 반영하였고, 경제성 평가를 위하여 세금이 제외된 차량가격을 반영하였음
- 경유버스와 CNG버스는 도시표준, 시내좌석 버스차량가격의 평균치를 적용하였고, CNG하이브리드버스는 초저상 도시표준 버스를 기준으로 적용하였음

[표 8] 차종별 차량구입가격

| 엔진           | 용도                    | 탑승인원     | 가격<br>(원/대)  | 부가세제외<br>(천원이하절사) |
|--------------|-----------------------|----------|--------------|-------------------|
| 디젤<br>(경유)   | 도시표준                  | 21+40+1석 | 113,990,000  | 103,627,000       |
|              | 시내좌석                  | 38+1석    | 114,220,000  | 103,836,000       |
|              | 시외직행                  | 45+1석    | 109,980,000  | 99,982,000        |
|              | 자가용                   | 45+1석    | 112,590,000  | 102,355,000       |
| CNG          | 도시표준                  | 25+31+1석 | 125,800,000* | 125,800,000       |
|              | 시내좌석                  | 38+1석    | 126,310,000* | 126,310,000       |
|              | 자가용                   | 45+1석    | 137,410,000* | 137,410,000       |
|              | 초저상 도시표준              | 24+26+1석 | 216,950,000* | 216,950,000       |
| CNG<br>하이브리드 | 초저상 도시표준<br>BLUE CITY | 27+22+1석 | 276,910,000* | 276,910,000       |

주1) \* 표시의 가격은 부가세를 제외한 가격임

자료) 차량가격은 현대자동차 홈페이지의 뉴슈퍼에어로시티 가격임

([http://www.hyundai.com/kr/showroom.do?carCd1=BS004&WT.ac=gnb\\_carkind\\_suoeraerocity](http://www.hyundai.com/kr/showroom.do?carCd1=BS004&WT.ac=gnb_carkind_suoeraerocity))

[표 9] 차종별 평균 차량구입가격(부가세 제외금액)

(단위: 천원/대)

| 구분                    | 경유버스    | CNG버스   | CNG하이브리드 |
|-----------------------|---------|---------|----------|
| 도시표준                  | 103,627 | 125,800 | 276,910  |
| 시내좌석                  | 103,836 | 126,310 |          |
| 평균 차량가격<br>(본 연구 적용치) | 103,732 | 126,055 | 276,910  |

주1) 경유버스, CNG버스는 도시표준, 시내좌석 버스구입가격의 평균치를 적용하였음

주2) CNG하이브리드버스는 초저상 도시표준 BLUE CITY 버스구입가격을 적용하였음

- 차종별 유류비용은 차종별 연비와 차종별 유류비용 원단위를 적용하여 추정하였음
  - 경유버스의 연비는 1리터당 2.49km이고, CNG버스와 CNG하이브리드버스의 연비는 1m<sup>3</sup>당 각각 2.05km, 3.02km임
  - 2016년 기준 경유버스의 유류비는 1리터당 834.54원이고, CNG버스와 CNG하이브리드버스의 유류비는 1m<sup>3</sup>당 각각 738.23원, 738.23원임

[표 10] 차종별 연비와 유류비용 원단위

| 차종별 연비          | 경유버스<br>(km/ℓ) | CNG버스<br>(km/m <sup>3</sup> ) | CNG하이브리드<br>(km/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|----------------|-------------------------------|----------------------------------|
|                 | 2.49           | 2.05                          | 3.02                             |
| 차종별<br>유류비용 원단위 | 경유버스<br>(원/ℓ)  | CNG버스<br>(원/m <sup>3</sup> )  | CNG하이브리드<br>(원/m <sup>3</sup> )  |
|                 | 2014년 기준       | 820.74                        | 726.02                           |
|                 | 2016년 기준       |                               | 726.02                           |
|                 | (본 연구 적용치)     | 834.54                        | 738.23                           |

자료1) 환경부, 경유버스(EURO-6) 및 CNG버스 환경경제성 분석, pp. 47-48, 2015.12.

주1) 2014년 대비 2016년의 소비자물가지수 비율은 1.0168임(2014년 기준 100.00, 2016년 기준 101.68)

- 차종별 유류비용을 추정한 결과, CNG버스가 경유버스와 CNG하이브리드 버스보다 유류비용이 더 많은 것으로 분석됨

[표 11] 시·군별 주행거리와 차종별 유류비용

| 구분  | 9년 주행거리<br>(km/9년) | 9년간 차종별 유류비용(명목금액) (단위: 천원/9년) |         |          |
|-----|--------------------|--------------------------------|---------|----------|
|     |                    | 경유                             | CNG     | CNG하이브리드 |
| 공주시 | 998,508            | 334,658                        | 359,575 | 244,082  |
| 금산군 | 969,514            | 324,940                        | 349,134 | 236,995  |
| 논산시 | 957,230            | 320,823                        | 344,710 | 233,992  |
| 당진시 | 971,378            | 325,565                        | 349,805 | 237,450  |
| 보령시 | 835,218            | 279,930                        | 300,772 | 204,167  |
| 부여군 | 1,041,323          | 349,008                        | 374,993 | 254,548  |
| 서산시 | 879,692            | 294,836                        | 316,788 | 215,038  |
| 서천군 | 991,515            | 332,314                        | 357,057 | 242,373  |
| 아산시 | 825,141            | 276,552                        | 297,143 | 201,703  |
| 예산군 | 918,224            | 307,750                        | 330,664 | 224,457  |
| 천안시 | 788,656            | 264,324                        | 284,004 | 192,785  |
| 청양군 | 514,341            | 172,385                        | 185,220 | 125,729  |
| 태안군 | 1,016,167          | 340,576                        | 365,934 | 248,399  |
| 홍성군 | 976,851            | 327,399                        | 351,776 | 238,788  |

## 2. 경제성 분석결과

- 공주시를 예제로 분석한 결과, 경유버스에서 CNG버스로 전환되었을 경우에 15.04억원의 경제적 편익효과가 발생하는 것으로 분석되었음 (※ 할인율 4.5%, 도입년도 2018년으로 가정)

[표 12] 할인율 변화에 따른 경제성 분석(종합적 비용감소 효과) 결과(공주시 사례)

| 차량                                | 년도                      | 명목가격(천원)   |                    |            |                     | 현재가치<br>(천원) |
|-----------------------------------|-------------------------|------------|--------------------|------------|---------------------|--------------|
|                                   |                         | 환경비용       | 차량구입비              | 유류비용       | 총비용                 |              |
| 경유                                | 2018                    | 15,123.64  | 103,731.50         | 37,184.20  | 156,039.33          | 142,889.89   |
|                                   | 2019                    | 15,123.64  |                    | 37,184.20  | 52,307.83           | 45,837.18    |
|                                   | 2020                    | 15,123.64  |                    | 37,184.20  | 52,307.83           | 43,863.33    |
|                                   | 2021                    | 15,123.64  |                    | 37,184.20  | 52,307.83           | 41,974.47    |
|                                   | 2022                    | 15,123.64  |                    | 37,184.20  | 52,307.83           | 40,166.96    |
|                                   | 2023                    | 15,123.64  |                    | 37,184.20  | 52,307.83           | 38,437.28    |
|                                   | 2024                    | 15,123.64  |                    | 37,184.20  | 52,307.83           | 36,782.09    |
|                                   | 2025                    | 15,123.64  |                    | 37,184.20  | 52,307.83           | 35,198.17    |
|                                   | 2026                    | 15,123.64  |                    | 37,184.20  | 52,307.83           | 33,682.46    |
|                                   | 합계                      | 136,112.72 | 103,731.50         | 334,657.76 | 574,501.99          | 458,831.83   |
| CNG                               | 2018                    | 5,984.18   | 126,055.00         | 39,952.77  | 171,991.95          | 157,498.18   |
|                                   | 2019                    | 5,984.18   |                    | 39,952.77  | 45,936.95           | 40,254.39    |
|                                   | 2020                    | 5,984.18   |                    | 39,952.77  | 45,936.95           | 38,520.95    |
|                                   | 2021                    | 5,984.18   |                    | 39,952.77  | 45,936.95           | 36,862.16    |
|                                   | 2022                    | 5,984.18   |                    | 39,952.77  | 45,936.95           | 35,274.79    |
|                                   | 2023                    | 5,984.18   |                    | 39,952.77  | 45,936.95           | 33,755.78    |
|                                   | 2024                    | 5,984.18   |                    | 39,952.77  | 45,936.95           | 32,302.18    |
|                                   | 2025                    | 5,984.18   |                    | 39,952.77  | 45,936.95           | 30,911.18    |
|                                   | 2026                    | 5,984.18   |                    | 39,952.77  | 45,936.95           | 29,580.07    |
|                                   | 합계                      | 53,857.66  | 126,055.00         | 359,574.90 | 539,487.57          | 434,959.69   |
| CNG<br>하이브리드                      | 2018                    | 3,564.04   | 276,910.00         | 27,120.26  | 307,594.30          | 281,673.31   |
|                                   | 2019                    | 3,564.04   |                    | 27,120.26  | 30,684.30           | 26,888.55    |
|                                   | 2020                    | 3,564.04   |                    | 27,120.26  | 30,684.30           | 25,730.67    |
|                                   | 2021                    | 3,564.04   |                    | 27,120.26  | 30,684.30           | 24,622.65    |
|                                   | 2022                    | 3,564.04   |                    | 27,120.26  | 30,684.30           | 23,562.34    |
|                                   | 2023                    | 3,564.04   |                    | 27,120.26  | 30,684.30           | 22,547.70    |
|                                   | 2024                    | 3,564.04   |                    | 27,120.26  | 30,684.30           | 21,576.74    |
|                                   | 2025                    | 3,564.04   |                    | 27,120.26  | 30,684.30           | 20,647.60    |
|                                   | 2026                    | 3,564.04   |                    | 27,120.26  | 30,684.30           | 19,758.47    |
|                                   | 합계                      | 32,076.40  | 276,910.00         | 244,082.30 | 553,068.70          | 467,008.04   |
| 구분                                | 경유에서 CNG버스<br>유형에 따른 전환 |            | 1대 경유차<br>차량기준(천원) |            | 63대 경유차<br>차량기준(억원) |              |
| 명목가격 기준<br>(9년간 총합)               | 경유→CNG                  |            | 35,014.42          |            | 22.06               |              |
|                                   | 경유→CNG하이브리드             |            | 21,433.28          |            | 13.50               |              |
| 현재가치 기준<br>(할인율4.5%적용,<br>9년간 총합) | 경유→CNG                  |            | 23,872.14          |            | 15.04               |              |
|                                   | 경유→CNG하이브리드             |            | -8,176.20          |            | -5.15               |              |

- 충남 모든 사군에 대하여 경제성을 분석한 결과, 할인율을 4.5%로 가정할 경우에 모든 사군에서 CNG버스로의 전환은 경제성이 있는 것으로 분석됨
  - CNG버스의 전환은 충남 모든 사군에서 경제성이 있는 것으로 분석되었으나, CNG하이브리드 버스는 모든 사군에서 경제성이 없는 것으로 분석됨(할인률 4.5%기준)
  - CNG하이브리드 전환은 버스가격이 주요한 요인이며, 할인율에 대하여 민감도 분석을 수행한 결과, 할인율이 3.0%, 2.0%일 경우에 일부 지역에서는 경제성이 있는 것으로 분석됨

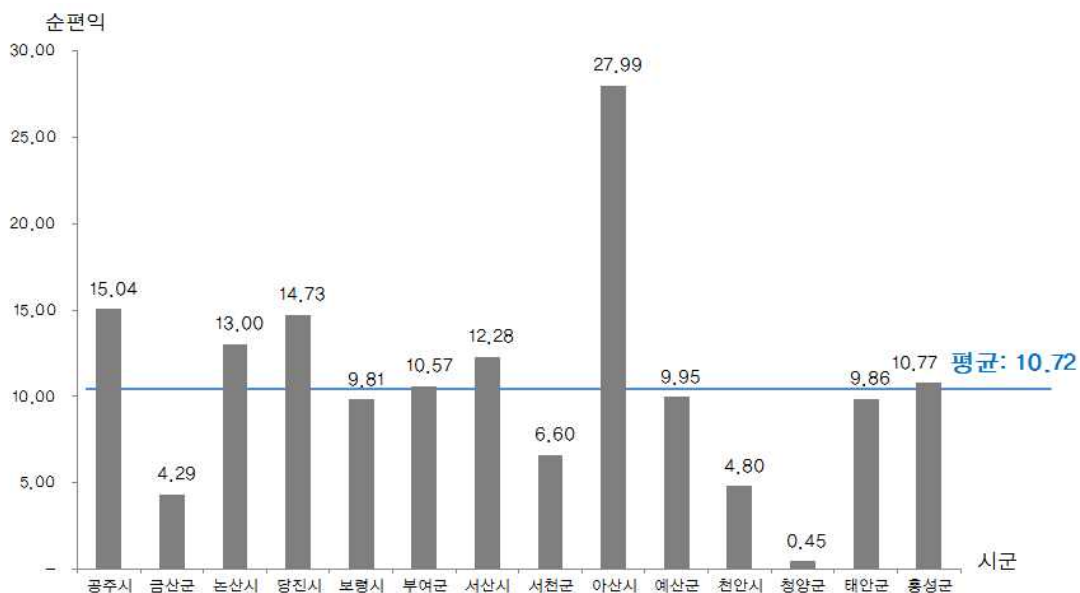
[표 13] 사군별 할인율 변화에 따른 경제성 분석(종합적 비용감소 효과) 결과

| 시군<br>(경유버스<br>대수) | 경유에서 CNG버스<br>유형에 따른 전환 | 할인율(4.5%)     |              | 할인율(3.0%)     |              | 할인율(2.0%)     |              |
|--------------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
|                    |                         | 1대개조<br>(백만원) | 총량기준<br>(억원) | 1대개조<br>(백만원) | 총량기준<br>(억원) | 1대개조<br>(백만원) | 총량기준<br>(억원) |
| 공주시<br>(63)        | 경유→CNG                  | 23.87         | 15.04        | 27.12         | 17.08        | 29.52         | 18.60        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -8.18         | -5.15        | 0.22          | 0.14         | 6.58          | 4.15         |
| 금산군<br>(19)        | 경유→CNG                  | 22.59         | 4.29         | 25.72         | 4.89         | 28.04         | 5.33         |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -12.54        | -2.38        | -4.52         | -0.86        | 1.56          | 0.30         |
| 논산시<br>(59)        | 경유→CNG                  | 22.04         | 13.00        | 25.13         | 14.82        | 27.42         | 16.18        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -14.39        | -8.49        | -6.54         | -3.86        | -0.57         | -0.34        |
| 당진시<br>(65)        | 경유→CNG                  | 22.67         | 14.73        | 25.81         | 16.78        | 28.14         | 18.29        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -12.26        | -7.97        | -4.22         | -2.74        | 1.88          | 1.22         |
| 보령시<br>(59)        | 경유→CNG                  | 16.63         | 9.81         | 19.24         | 11.35        | 21.19         | 12.50        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -32.77        | -19.34       | -26.51        | -15.64       | -21.72        | -12.81       |
| 부여군<br>(41)        | 경유→CNG                  | 25.77         | 10.57        | 29.18         | 11.96        | 31.71         | 13.00        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -1.73         | -0.71        | 7.23          | 2.96         | 14.00         | 5.74         |
| 서산시<br>(66)        | 경유→CNG                  | 18.60         | 12.28        | 21.39         | 14.12        | 23.46         | 15.48        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -26.07        | -17.21       | -19.23        | -12.69       | -14.01        | -9.25        |
| 서천군<br>(28)        | 경유→CNG                  | 23.56         | 6.60         | 26.78         | 7.50         | 29.17         | 8.17         |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -9.23         | -2.58        | -0.92         | -0.26        | 5.37          | 1.50         |
| 아산시<br>(173)       | 경유→CNG                  | 16.18         | 27.99        | 18.76         | 32.45        | 20.67         | 35.76        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -34.29        | -59.32       | -28.16        | -48.71       | -23.46        | -40.59       |
| 예산군<br>(49)        | 경유→CNG                  | 20.31         | 9.95         | 23.25         | 11.39        | 25.43         | 12.46        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -20.27        | -9.93        | -12.92        | -6.33        | -7.33         | -3.59        |
| 천안시<br>(33)        | 경유→CNG                  | 14.56         | 4.80         | 17.00         | 5.61         | 18.81         | 6.21         |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -39.79        | -13.13       | -34.13        | -11.26       | -29.78        | -9.83        |
| 청양군<br>(19)        | 경유→CNG                  | 2.38          | 0.45         | 3.77          | 0.72         | 4.80          | 0.91         |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -81.11        | -15.41       | -79.04        | -15.02       | -77.32        | -14.69       |
| 태안군<br>(40)        | 경유→CNG                  | 24.66         | 9.86         | 27.97         | 11.19        | 30.43         | 12.17        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -5.52         | -2.21        | 3.11          | 1.25         | 9.64          | 3.86         |
| 홍성군<br>(47)        | 경유→CNG                  | 22.91         | 10.77        | 26.07         | 12.25        | 28.42         | 13.36        |
|                    | 경유→CNG하이브리드             | -11.44        | -5.38        | -3.32         | -1.56        | 2.83          | 1.33         |

주) 할인율의 변화에 따른 민감도 분석을 수행하였음

## 04 결론 및 정책제언

- 충남 각 시군(계룡시 제외)의 CNG버스 전환은 경제적으로 효율성이 있는 것으로 분석됨. 이는 투입되는 비용(차량구입비, 유류비)대비 대기오염물질 저감에 따른 환경적 편익이 높은 것으로 해석될 수 있음
  - 모든 경유버스가 CNG버스로 전환될 경우에 아산시, 공주시, 당진시, 논산시, 서산시, 홍성군, 부여군은 충남의 타 시군보다 편익 규모가 상대적으로 높은 지역임. 이러한 지역은 사업추진 시 우선적으로 CNG버스를 도입할 경우 편익 효과가 높을 것임
  - 일반적으로 1대당 운행거리가 길고, 경유버스에서 CNG버스로 전환되는 버스대수가 많은 시·군일수록 CNG버스 전환에 따른 편익의 규모는 커지는 특징이 있음



[그림 14] 충남 시·군별 경제성 분석결과 (할인율 4.5%)

- CNG하이브리드 버스의 경우에는 할인율 4.5%기준으로 모든 사군에서 경제성이 결여되었음. 하지만 할인율에 대한 민감도를 분석한 결과 3.0%, 2.0%일 경우에 일부 지역에서는 경제성이 있는 것으로 분석됨
  - CNG하이브리드 버스는 실질적으로 경유버스보다 차량구입비가 2.7배(경유버스: 103,732천원/대, CNG하이브리드 버스: 276,910천원/대) 높은 현실임. 경제성이 결여된 주요 요인은 차량 구입비가 타 차량에 비해 매우 높은 것으로 분석됨
- CNG버스의 도입은 도시지역을 중심으로 농촌지역과 외곽지역으로 확대추진하는 방안이 필요함. 도로부문의 대기오염물질 저감에 따른 수혜인구를 극대화할 필요가 있음
  - 도시지역 내에 거주지가 밀집해 있으므로 대기오염물질 배출량 감소로 수혜받는 지역주민이 많은 지역이 우선적용 대상이 될 수 있음. 향후 점차적인 확대 시행과 예산확보가 가능할 경우에는 전 지역으로 확대시행하는 방안도 좋은 대안임
- 현장조사를 통하여 CNG버스가 도입될 수 있는 버스노선을 명확히 파악할 필요가 있음. 특히, 경유버스만이 운행할 수 있는 노선인지 CNG버스가 공통적으로 운행될 수 있는 노선인지를 면밀히 파악할 필요가 있음
  - 도시지역 이 외에 농어촌 지역의 경우에는 버스의 등판능력, CNG버스 충전소 위치가 중요한 요인임. 이에 따라, CNG버스 운행이 가능한 지역인지를 사전에 조사할 필요가 있음
- 도로부문의 대기오염물질 배출량을 저감하기 위한 추진전략은 배출량 저감을 유도하는 전략과 배출오염원 저감 관리 전략으로 구분할 수 있음. CNG버스의 도입은 배출오염원을 근본적으로 저감하는 전략으로 판단되는 바, 배출량 저감을 유도하는 전략사업들을 동시에 추진할 경우 시너지 효과가 높을 것으로 판단됨
  - 배출량 저감을 유도하는 전략사업으로는 공해차량 운행제한지역(LEZ, Low Emission Zone), 화물자동차 시가지 우회도로 구축, 교통수요관리 방안 등을 들 수 있음
- 향후, PM(PM10, PM2.5 등)에 대한 사회적비용 절감효과를 경제성 분석에 고려한다면 좀 더 현실적이고 면밀한 분석이 수행될 수 있다고 판단됨
  - 본 연구에서는 PM에 대한 km당 배출량(kg) 원단위, kg당 화폐화 원단위 등을 고려하지 못하였음. 향후, 이와 같은 원단위가 수집되어 분석에 반영된다면 좀 더 현실적인 경제적 타당성 분석이 수행될 수 있을 것으로 판단됨

---

## 참 고 자 료

---

### - 참고문헌 -

- 국립환경과학원, 2013 국가대기오염물질 배출량, 2015.
- 충남연구원, 충남 도로부문 대기오염물질 배출량 저감을 위한 교통정책방안, 2016.
- 한국개발연구원, 도로·철도부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제5판), 2008.
- 한국자동차환경협회, 대기오염물질 사회적 비용 재평가 연구, 2015.11.
- 한국환경정책평가연구원, 친환경차 보조금지원정책의 온실가스 감축효과 연구, 2015
- 환경부, 경유버스(EURO-6) 및 CNG버스 환경·경제성 분석, 2015.12.

### - 웹사이트 -

- 교통부문온실가스관리시스템 : <https://www.kotems.or.kr>.
- 교통안전공단교통안전정보관리시스템 : <https://tmacs.ts2020.kr>.
- 국가온실가스배출량종합정보시스템 : <http://netis.kemco.or.kr>.
- 국립환경과학원 국가대기오염물질배출량서비스 : <http://airemiss.nier.go.kr>.
- 충청남도 홈페이지 : <http://www.chungnam.go.kr>.
- 현대자동차 홈페이지 : <http://www.hyundai.com>.