

## 한 · 중 · 일 주요항만의 웹 사이트 접근성 및 품질평가결과와 효율성과의 상관관계분석 소고\*

박노경\*\*

### A Brief Analysis on the Correlations between Website Accessibility and Quality Evaluation Results and Efficiency of Main Seaports in Korea, China, and Japan

Park, Ro-Kyung

#### Abstract

The purpose of this paper is to empirically examine whether there are significant relations among rankings of cross-efficiency, web accessibility, and website evaluation. For this purpose, the study uses the KWAH-4 method developed by the Web Accessibility Laboratory in Korea, website evaluation method developed by the Business Development Bank of Canada (BDC), and the cross-efficiency model for 13 Asian container seaports including Korean, Chinese, and Japanese main ports in 3 years (2009, 2010, and 2013) using data for two cases: three inputs (depth, total area, and number of crane) and one output (TEU) in the first case and three inputs and two outputs (TEU and BDC overall score) in the second case. The main empirical results are as follows. First, the ranking orders of cross-efficiency, web accessibility, and website evaluation overall scores are not significantly correlated with each other. Second, if the BDC overall score is included in the output element, the correlation results are improved. However, the correlation coefficient is still low. The container port policy planners should introduce and consider the web accessibility and website evaluation scores when evaluating an efficiency-increasing plan for Korea's main container ports.

*Key words: Web Accessibility, Web Site Evaluation, Korean Main Seaports, Cross-efficiency, KWAH 4, Efficiency of Main Seaports in Korea, China and Japan*

▷ 논문접수: 2015. 10. 15.      ▷ 심사완료: 2015. 12. 09.      ▷ 게재확정: 2015. 12. 14.

\* 『이 논문은 2015년도 조선대학교 학술연구비의 지원에 의해서 연구되었음』

\*\* 조선대학교 무역학과 교수, 제1저자, nkpark@chosun.ac.kr

## I. 서론

한국, 중국, 일본의 항만들은 경제발전의 성장단계에서 비약적인 항만물동량의 처리를 증대시켜왔다. 특히 최근에는 중국의 경제성장이 급속하게 이루어짐에 따라서, 중국항만들의 화물처리량이 크게 증가하고 있다. 상대적으로 동아시아 지역에서 항만들 간의 화물유치경쟁이 더욱 격화되고 있다. 그러나 실질적으로는 중국항만들의 경쟁력이 크게 향상되고 있는 것이 부정할 수 없는 현실이다.

그동안 3국의 항만당국들은 항만이용과 고정고객 유치 및 확대를 위해서, 즉 항만의 e-port화를 위해서 노력해 오고 있다. 더불어 각국 항만들의 홈페이지를 누구든지(모든 장애인을 포함) 이용자가 쉽게 이용할 수 있도록 구축하기 위해서 노력해 오고 있다. 그러나 과연 사용자 편에 서서 어느 정도로 용이하게 잘 구축되었는지를 평가할 수 있는 웹 접근성과 웹 사이트 품질 평가에 대한 연구는 극히 드문 편이다. 또한 웹 접근성이 잘 되어 있고 품질이 높을 때, 사용자들이 더욱 편리하게 접근하여 사용할 수 있게 된다면, 더 많은 고객들이 이용하게 되어서 항만의 화물처리량은 증가할 수 있을 것으로 기대된다. 한편, 국제적인 항만간의 경쟁력을 효율성을 통해서 분석할 수 있는 DEA(Data Envelopment Analysis, 자료포괄분석, 이하 DEA라 칭함)분석방법을 이용한 연구들이 국내에서 많이 있어 왔다. 요컨대 본 연구의 주요한 동기는 웹 접근성이 잘 되어 있고, 웹사이트 품질이 높으면, 항만의 효율성도 더 증가할 수 있을 것으로 판단할 수 있다는 점이다. 그러한 내용은 최근의 Salavati and Hashim(2015, 이란 호텔들의 홈페이지 랭킹이 호텔의 웹사이트 성과와 상당히 상관되어 있음을 밝혀냄)<sup>1)</sup>의 연구에서도 찾아 볼 수 있다.

그러나 개별 항만들의 웹 접근성 순위와 웹 사이트 품질 순위와 효율성 수치 순위사이의 상관관계분석을 시행한 연구는 국내에서는 거의 없다. 따라서 한·중·일 주요항만들의 웹 접근성, 웹사이트 품질 평가결과와 효율성 평가결과 간에 어떤 상관관계가 존재하고 있는지를 실증적으로 살펴보고자 하는 데 본 연구의 가장 큰 목적이 있다.

따라서 본 논문에서는 첫째, 한·중·일 주요항만들의 웹 접근성 및 웹 사이트를 평가한다. 둘째, 한·중·일 항만간의 효율성을 측정한다. 셋째, 웹 접근성 및 웹 사이트 품질 평가결과와 효율성 순위 간에 상관관계분석을 실시하여 그 결과를 비교 분석하는 것을 연구의 범위로 한다.

본 논문은 I장의 서론에 이어서 II장에서는 기존 연구에 대한 검토를 하며, III장에서는 한·중·일 주요항만들의 웹 접근성 및 웹 사이트 품질을 평가하고 그 결과를 분석한다. 또한 효율성을 측정한다. IV장에서는 웹 접근성 평가결과와 효율성 평가 결과를 상호 비교분석한다. V장에서는 결론과 함께 정책적인 함의를 제시한다.

## II. 기존연구에 대한 검토

기존연구에 대한 검토는 웹 접근성 및 웹사이트 품질평가에 대한 논문과 DEA모형 중에서 교차효율성모형을 이용하여 효율성을 측정한 논문으로 나누어서 살펴보고자 한다.

### 1. 웹 접근성 및 웹 사이트 품질평가와 관련된 기존연구

웹 접근성 평가는 국내외 많은 분야에서 연구되어져 오고 있다. 황성원(2007)은 WCAG(Web Content Accessibility Guidelines)2.0에 의거하여 국민은행, 신한은행, 우리은행, 하나은행의 인터넷뱅킹을 중심으로 사례분석을 하였다. 이윤희(2009)는 웹 접근

1) Salavati and Hashim(2015), "Website Adoption and Performance by Iranian Hotels," *Tourism Management*, Vol.46, 367-74.

성의 의미 및 준수 필요성, 해외 주요국의 웹 접근성 추진동향, 우리나라 웹 접근성 추진동향 등을 다루었다. 박지용·강영무(2005)는 웹 접근성 평가의 필요성과 문제점, 연구동향, 웹 사이트 평가와 웹 접근성평가의 평가기법비교를 통한 웹 접근성 평가 기법의 문제점을 연구하였다. 이병철·김정은(2011)은 2011년 5월기준 141개의 국내특급호텔에 대한 웹 접근성을 평가하였다. 김유신·정승렬(2013)은 웹 접근성의 정의, 지침, 웹 사이트 개발방법론, 사례연구로서 W은행의 인터넷 बैं킹을 분석하였다. 박노경(2010)은 2009년도 국내 21개 상업계고등학교들을 대상으로 그들의 홈페이지의 접근성에 대해서 KADO-WAH, Firefox에 의해서 KWCAG, WCAG1, WCAG2, WCAG3, 미국 재활법 508조의 규칙을 준수하고 있는 여부를 평가하고 분석하였다.

국외연구로는 Salavati and Hashim(2015)은 75개 이란호텔의 인터넷 웹 사이트를 분석하고 48가지 특징을 확인하였다. 이란의 호텔들은 인터넷 도입의 초기단계이며, 7개의 가설검정을 통해서 홈페이지 랭킹과 호텔스타랭킹이 웹사이트 성과와 상당히 상관되어 있음을 밝혀내었다. Concalves, Martins, and Branco(2014)는 1000개의 포르투갈 대기업의 웹 사이트를 W3C, WCAG 2.0으로 분석하였다. Fernandes, Costa, Duarte, and Carrico(2012)는 Qual Web Evaluator를 이용하여 50개의 웹에 대해서 페이지 당 1010개의 요소들을 관측하였다. Moral-Pajares, Mozas-Moral and Bernal-Jurado(2015)는 2012년 자료를 이용하여 남유럽 올리브 오일생산업체의 웹사이트의 효율성과 수출과의 관계를 연구하였다. 즉, 회사의 설립후 기간, 수출태도, 해외판매비율, 웹 사이트 품질, 온라인 상업거래이용이 회사의 효율성에 미친 영향을 DEA방법으로 수출회사와 비수출회사의 효율성을 측정하였다. 로지스틱스 회귀분석을 통해서 회사의 효율성에 미친 영향을 파악하였다. 실증분석결과 수출회사가 비수출회사보다 더 효율적이며 특히 만일 수

출에 더 적극적인 태도를 갖는 회사가 온라인 상업거래를 하였다. 그러나, 웹 사이트 품질이 회사의 효율성에 결정적으로 영향을 미치는 요소는 아니라는 것을 밝혀 내었다.

## 2. DEA 교차효율성 모형을 이용한 기존연구<sup>2)</sup>

그동안 DEA모형을 이용하여 항만, 컨테이너터미널이나 조선산업의 효율성을 측정하는 연구로는 이충배·권아림(2014), 모수원·이광배(2010), 박석호(2010)가 있다. 이충배·권아림(2014)은 변이할당기법과 DEA를 이용하여 동북아시아 항만 간 경쟁력을 비교분석하였다. 또한 4개의 유형으로 분류하여 항만들의 경쟁력 위치를 파악하였다. 모수원·이광배(2010)는 부산항 및 광양항의 13개 터미널의 6년(2003-2008)동안의 효율성을 DEA 기법을 이용하여 측정하였고, 결정요소를 토빗기법으로 측정하였다. 박석호(2010)는 7개 대형조선소들(현대, 대우, 삼성, 현대삼호, 한진, 현대미포)의 6년(2004-2009)동안의 효율성을 1개의 산출요소(매출액)와 2개의 투입요소(자본금, 종업원수)를 이용하여 DEA분석, Malmquist분석방법으로 측정하였다.

본 연구와 직접 관련된 교차효율성 모형을 이용하여 컨테이너터미널의 효율성을 측정하는 연구는 박노경(2013a), 박노경(2013b), 김경구(2003)가 있다. 박노경(2013a)은 국내외 12항만들을 대상으로 4개의 투입요소(선석수, 수심, 총면적, 크레인 수), 2개의 산출요소(TEU, 화물처리변화율)를 이용하여 분석하였다. 김경구(2003)는 국내 부산항의 5개 터미널, 광양, 인천, 울산, 마산항 터미널을 대상으로 교차효율성을 측정하였다. 김재희(2009)는 원양어업에 종사하는 12개 업종을 대상으로 교차효율성을 측정하고 DEA순위 측정결과와 ANOVA분석을 통해서 비교하였다. 박노경(2013b)는 세계 12개

2) 본 기존연구에 대한 검토는 박노경(2015), pp. 1-2에서 인용함.

컨텐츠항만의 2013년 자료와 4개의 투입요소(선석수, 수심, 총면적, 크레인수), 2개의 산출요소(TEU, 화물처리량의 변화율)를 이용하여 평균연결을 사용한 텐드로그램으로 측정하였다. 또한 DEA 참조집단의 람다 값을 통한 클러스터링 분석결과와 비교분석하였다.

그러나 위와 같은 기존연구들에서는 다음과 같은 연구의 한계점을 가지고 있다. 즉, 첫째, 항만들의 웹 접근성을 전혀 다루지 못했다. 둘째, 최근 정확한 효율성 측정방법으로 인정받고 있는 교차효율성 모형에 의한 효율성 수치에 의한 순위와 웹 접근성에 의한 순위사이의 상관관계를 비교하지 못했다.

본 연구는 그러한 한계점을 부분적으로 극복할 수 있을 것이라고 확신한다.

### III. 한·중·일 주요항만들의 웹 접근성 및 웹 사이트 평가모형과 효율성 측정을 위한 모형

#### 1. 한·중·일 주요항만들의 웹 접근성 및 웹 사이트 품질 평가모형<sup>3)</sup>

웹 접근성 평가와 관련하여 참고할 수 있는 대표적인 국제표준으로는 W3C(World Wide Web Consortium)의 WAI(Web Accessibility Initiatives)의 웹콘텐츠 접근성 지침인 WCAG(Web Content Accessibility Guideline)을 들 수 있다. WCAG 2.0의 주요평가항목은 크게 4개의 원칙과 12개 세부지침으로 이루어 진다. 국내에서도 방송통신위원회에서 WCAG 2.0을 토대로 국내실정에 맞는 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0[Korean Web Content Accessibility Guideline 2.0: KWCAG 2.0]이 2010년에 개발되어 이용되고 있다. KWCAG 2.0은 다음

과 같은 4가지 범주와 세부지침으로 이루어 진다. 즉, ① 인식의 용이성(대체텍스트, 시간제한 매체, 적용성, 구별성), ② 운영가능성(키보드 접근, 시간적 여유, 시신 장애, 항해성), ③ 이해용이성(가독성, 예측성, 입력보조), ④ 범용성(호환성)이다.

본 논문에서는 사용할 평가방법은 KWCAG 2.0을 평가할 수 있는 K-WAH 4.0을 이용한다. K-WAH 4.0은 한국형 웹 콘텐츠 접근성 지침 2.0에 따라 웹사이트(웹 페이지)가 접근성 지침의 6개 세부지침을 준수하는지를 자동점검 하도록 지원하는 소프트웨어이다. 6개 세부지침은 다음과 같다. 보다 자세한 내용은 웹 접근성연구소에서 다운로드 할 수 있다. 1. 대체 텍스트의 제공, 2. 제목제공, 3. 기본언어 명시, 4. 사용자 요구에 따른 새창 열기, 5. 레이블 제공, 6. 마크업 오류방지이다.

그러나 위와 같은 웹 접근성 평가는 여러 가지 문제점을 갖고 있어서 보완적인 방법으로 웹 전문가에 의한 직접 평가가 제시되고 있다.

위와 같은 문제점을 보완한 것이 웹 사이트에 대한 다양한 측면에서 품질을 평가할 수 있는데, 그 중에서 본 연구에서는 BDC(Business Development Bank of Canada)가 사용하고 있는 평가소프트웨어를 이용하였다. 평가는 2015년 4월1일부터 15일 사이에 시행하였다. BDC의 웹 사이트 평가방법을 이용하였다. 5가지 측면에서 세부적으로 평가가 가능하다. 즉, ① Overall(종합점수), ②Accessibility(Alternative text, Page title, Internal link, URL Format, Mobile, Code quality, Headings)[접근성(대체텍스트, 페이지제목, 내부연결, URL 포맷, 모바일, 코드품질, 표제어)], ③ User Experience(Alternative text, Last amended, Internal links, Images, Social interest, Popularity, URL Format, Mobile, Facebook page, Google page, Printability, Twitter), [사용자 경험(대체텍스트, 최근수정사항, 내부링크, 이미지, 사회적 관심, 인기도, URL포맷, 모바일, 페이스북 페이지, 구글페이지, 인쇄가능성,

3) 본 절의 내용은 이병철·김정은(2011), pp. 423-425, 웹 접근성 연구소(<http://www.wah.or.kr>)에서 인용함. 박노경(2010), pp. 3-10도 참조요망.

트위터) ④ Marketing(Incoming links, Last amended, Internal links, Page title, Social interest, Popularity, Meta tags, Analytics, Headings, Facebook page, Google page),마케팅(수신링크, 최근 수정사항, 내부링크, 페이지 제목, 사회적 관심도, 인기도, 메타태그, 분석적 사항, 표제어, 페이스북 페이지, 구글페이지) ⑤ Technology/Images, URL format, Mobile, Metatags, Headings, Printability [기술(이미지, URL 포맷, 모바일, 메타태그, 표제어, 인쇄가능성)] 측면에서 전문가의 도움 없이도 공정하게 평가할 수 있기 때문이다.

2. 한·중·일 주요항만들의 효율성을 측정하기 위한 DEA모형과 교차효율성모형<sup>4)</sup>

DEA는 Charnes et al.(1978)에 의해 소개된 방법이며, 다음의 모형 (1)은 BCC모형(Banker et al., 1984)에 해당된다. 여기서  $\theta_k$ 는 DMU  $k$ 의 효율성을 나타내며 이 값이 1인 경우에는 ‘효율적’, 그렇지 않은 경우는 ‘비효율적’으로 판정한다.<sup>5)</sup>

$$\begin{aligned}
 &Min \quad \theta_k \\
 &s.t. \quad \theta_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 &\quad \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \quad r = 1, 2, \dots, s \\
 &\quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{1}$$

$y_{rj}$  : DMU  $j$ 의  $r$ 번째 출력요소 값 (상수)  
 $x_{ij}$  : DMU  $j$ 의  $i$ 번째 입력요소 값 (상수)

4) 김재희(2009), pp. 60-64. 본 3장 2절에서 인용된 참고문헌도 원전을 참고요망.  
 5) 식 (1)에 대한 모형과 제약조건에 대한 매우 자세한 설명은 임성묵(2008), p. 87, Wang and Chin(2010), p. 333를 참조요망.

$\lambda_j$  : 비교에 동원된 DMU  $j$ 의 영향도 (결정변수)

DEA는 절대적 효율성을 측정하지 못하는 점, 그리고 평가 대상 DMU 각각에게 가장 유리한 가중치를 적용해서 효율성을 계산함으로써 복수의 DMU를 ‘효율적’으로 판정할 수 있다는 단점이 있다.

교차효율분석은 이 문제를 해결하기 위한 방법으로, 식 (2)에서 정의되는  $\theta_{kj}$  값을 토대로 한다. 여기서  $\mu_{rk}$ 와  $\nu_{ik}$ 는 DMU  $k$ 의 효율값 도출을 위한 DEA모형을 수행하면 도출되는 상수로서, 각각  $r$ 번째 출력요소와  $i$ 번째 입력요소에 대한 최적 가중치이다. 따라서  $\theta_{kj}$ 는 DMU  $k$ 에게 유리한 최적 가중치를 적용했을 경우의 DMU  $j$ 의 효율값을 의미한다.

$$\theta_{kj} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_{rk} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m \nu_{ik} x_{ij}}, \quad k = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \tag{2}$$

한편, 효율값을 구하기 위한 선형계획모형의 최적해가 단일해(unique solution)로 존재하지 않는 경우의 해결방안으로 DMU-  $k$ 의 효율성을 최대화 하면서 나머지 DMU의 Cross- efficiency를 최소화 하는 적극적(Aggressive)방식과 DMU-  $k$ 와 여타 DMU의 Cross-efficiency를 동시에 최대화하는 호의적(Benevolent) 방식이 적용될 수 있다. 적극적 방식의 모형식은 식 (3)과 같다.<sup>6)</sup>

$$Min \sum_{r=1}^s \left( \mu_{rk} \sum_{j \neq k} y_{rj} \right) \tag{3}$$

6) 식 (3)의 모형과 제약조건에 대한 매우 자세한 설명은 임성묵(2008), pp. 87-88, Wang and Chin(2010), pp. 333-334를 참조요망.

$$\begin{aligned}
 s.t \quad & \sum_{i=1}^m \nu_{ik} \sum_{i \neq k} x_{ij} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s \mu_{rk} y_{kj} - \sum_{i=1}^m \nu_{ik} x_{ij} \leq 0 \quad \forall i \neq k \\
 & \sum_{r=1}^s \mu_{rk} y_{rk} - \theta_{kk} \sum_{i=1}^m \nu_{ik} x_{ij} = 0 \\
 & \nu_{ik}, \mu_{rk} \geq 0 \quad \forall r \in (1, s), i \in (1, m)
 \end{aligned}$$

다음 단계에서는 앞서 구한 효율값 들로부터 교차효율행렬을 구성할 수 있다. 그리고 식 (4)를 이용하여 DMU  $j$ 에 대한 효율값  $\theta_{*,j}$ 을 평균하면  $CE_j$ 가 계산되는 데, 이것이 교차효율분석에서 구하고자 하는 DMU- $j$ 의 효율값이 된다.

$$CE_j = \frac{\sum_{k=1}^n \theta_{kj}}{n} \tag{4}$$

교차효율분석의 의미는 우선 효율성 있는 DMU의 차별화, 즉 순위 선정이 가능하고, 둘째로 투입물과 산출물에 대한 비현실적인 가중치를 제거하고 상대 가중치를 반영한 보다 객관적인 효율값을 계산할 수 있다는 점이다. 즉, 교차효율을 이용한 순위선정은 다른 DMU의 최적 가중치로 평가하는 과정이 추가되어 일반적인 DEA 점수보다 객관성을 갖는다고 볼 수 있다.

#### IV. 한·중·일 주요항만들의 웹 접근성 및 웹 사이트 품질 평가결과와 효율성 측정결과와의 상관관계분석

##### 1. 웹 접근성 및 웹 사이트 품질 평가결과 및 순위

국내의 “웹 접근성 연구소”에서 무료로 제공되고 있는 K-WAH 4.0 소프트웨어를 가지고 평가한 결과와 항목별 순위는 <표 1-1>과 <표 1-2>에 제시하

표 1-1. K-WAH 4.0을 이용한 웹 접근성 평가결과 및 순위

항만/구분	대체텍스트제공		제목제공		기본언어제공	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
1(두바이)	93.4	6	60.5	12	100	1
2(홍콩)	100	1	86.4	11	78	8
3(상해)	50	9	100	1	0	9
4(닝보)	0.7	12	57.1	13	0	9
5(칭타오)	8.7	11	98.1	9	0	9
6(토크)	78	8	99	8	86	6
7(나고야)	50	9	100	1	0	9
8(부산)	100	1	100	1	100	1
9(인천)	100	1	100	1	100	1
10(광양)	100	1	100	1	100	1
11(마닐라)	0	13	100	1	82	7
12(싱가포르)	78.5	7	100	1	100	1
13(카오슝)	100	1	92.1	10	0	9

표 1-2. K-WAH 4.0을 이용한 웹 접근성 평가결과 및 순위

항만/구분	새창알림 사전공지		레이블제공		마크업문법	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
1(두바이)	100	1	0	7	96.4	2
2(홍콩)	100	1	100	1	84	9
3(상해)	100	1	-	7	25	12
4(닝보)	0	13	-	7	88.9	7
5(칭타오)	100	1	0	7	60	11
6(토쿄)	74	12	2.0	5	94	4
7(나고야)	100	1	-	7	100	1
8(부산)	100	1	100	1	94	4
9(인천)	100	1	100	1	87	8
10(광양)	100	1	100	1	95	3
11(마닐라)	95.5	11	0	7	69	10
12(싱가포르)	100	1	-	7	93.1	6
13(카오슝)	99.3	10	0.8	6	2.0	13

표 2-1. BDC 소프트웨어를 이용한 웹 사이트 품질평가 및 순위

항만/구분	종합점수		접근성		유저들의 만족도	
	점수	순위	점수	순위	점수	순위
1(두바이)	7.5	3	7.7	5	8.6	1
2(홍콩)	4.8	10	5.5	11	4.5	8
3(상해)	4.2	11	5.8	10	4.0	12
4(닝보)	6.1	7	7.7	5	4.4	9
5(칭타오)	2.5	13	1.9	13	2.3	13
6(토쿄)	7.6	2	8.6	3	6.1	5
7(나고야)	7.4	4	6.4	8	7.0	3
8(부산)	5.8	8	6.6	7	4.4	9
9(인천)	7.7	1	8.7	1	7.1	2
10(광양)	6.7	5	8.7	1	5.8	6
11(마닐라)	3.9	12	4.2	12	4.1	11
12(싱가포르)	6.2	6	7.9	4	6.6	4
13(카오슝)	5.4	9	6.0	9	5.1	7

였다. 국내항만들의 웹 접근성이 우수한 것으로 나타나고 있다. 평가는 2015년 4월1일부터 15일 사이

에 시행하였다. BDC은행의 웹 사이트에서의 소프트웨어를 이용하여 평가한 결과와 항목별 순위는

표 2-2. BDC 소프트웨어를 이용한 웹 사이트 품질평가결과 및 순위

항만/구분	마케팅		기술적인 부분	
	점수	순위	점수	순위
1(두바이)	7.9	2	6.4	5
2(홍콩)	5.1	7	3.8	10
3(상해)	3.7	12	5.2	8
4(닝보)	4.6	10	7.8	1
5(칭타오)	2.3	13	3.0	13
6(토쿄)	6.3	4	6.8	4
7(나고야)	8.8	1	6.3	6
8(부산)	5.6	5	4.6	9
9(인천)	6.6	3	7.4	2
10(광양)	4.5	11	6.9	3
11(마닐라)	5.0	8	3.4	12
12(싱가포르)	5.5	6	6.3	6
13(카오슝)	4.8	9	3.5	11

〈표 2-1〉과 〈표 2-2〉에 제시하였다. 평가는 2015년 4월1일부터 20일 사이에 시행하였다. 국내항만들의 종합점수에 의한 순위를 살펴보면, 인천항, 광양항, 부산항의 순서였다.

## 2. 교차 효율성 측정에 사용된 분석대상 모형, 자료

교차효율성을 측정하기 위한 투입요소는 수심(m)[평균치], 총면적(평방미터), 크레인 수(갯트리, Quay, 모바일, 플로팅 크레인 수)로 하였으며, 산출요소는 컨테이너화물처리량(TEU)다. 2009년, 2010년 자료는 Containerisation International Yearbook에서 수집하였으며, 2013년 자료는 해양수산부의 SP-IDC(해양항만물류정보센터), 그리고 각 항만의 홈페이지에서 수집하였다. 자료와 기술통계치에 대한 자세한 내용은 박노경(2014, pp.156-157)을 참조하기 바란다.

### 1) 교차효율성 모형에 의한 효율성 측정

교차효율성 모형에 의한 효율성 측정결과와 년도별 항만의 순위는 〈표 3〉과 같다.

## 3. 웹 접근성 및 웹 사이트 품질 평가 순위와 교차효율성 모형에 의한 효율성 순위 사이의 상관관계 분석

웹 접근성 평가 결과인 〈표 1-1〉, 〈표 1-2〉와 웹 사이트 품질 평가결과인 〈표 2-1〉, 〈표 2-2〉의 종합점수 순위와 교차효율성 모형에 의한 효율성 측정결과인 〈표 3〉의 연도별 순위에 의한 Pearson, Kendall, Spearman의 상관관계 분석결과는 〈표 4〉와 같다. 여기서 피어슨상관계수는 두 변수의 선형적 연관성을 정량화 한 것이다.

따라서 상관계수 값이 모두 마이너스임으로 두 변수 간에 선형적 연관성은 낮다. 스피어만 상관계수는 비선형의 단조적 관계의 정량화를 의미한다. 켄달의 상관계수는 임의의 두 관측치가 부합



표 3. 교차효율성모형에 의한 효율성 측정결과(투입지향 규모수확불변모형)

항만/구분	2009		2010		2013	
	효율성 수치	순위	효율성 수치	순위	효율성수치	순위
1(두바이)	0.9350	3	0.8153	5	0.7897	5
2(홍콩)	0.9791	2	0.9920	2	0.9882	1
3(상해)	0.8260	4	0.8486	4	0.9764	3
4(닝보)	0.9974	1	0.9923	1	0.9801	2
5(칭타오)	0.7323	7	0.7574	6	0.5789	6
6(토쿄)	0.2791	10	0.3013	9	0.2161	9
7(나고야)	0.1410	13	0.1724	11	0.1317	11
8(부산)	0.5723	8	0.5568	8	0.5764	7
9(인천)	0.2174	11	0.1790	10	0.1756	10
10(광양)	0.1728	12	0.1351	12	0.1047	12
11(마닐라)	0.3054	9	0.0108	13	0.0817	13
12(싱가포르)	0.7822	6	0.9647	3	0.9020	4
13(카오슝)	0.7883	5	0.6024	7	0.4718	8

표 4. Pearson, Kendall, Spearman의 상관관계 측정결과

항만/구분	Pearson		Kendall		Spearman	
	상관관계	유의확율	상관관계	유의확율	상관관계	유의확율
KWAH&효율성평균	-0.358	0.230	-0.345	0.256	-0.254	0.256
BDC&효율성평균	-0.285	0.345	-0.290	0.336	-0.211	0.325
BDC&2009	-0.385	0.194	-0.385	0.194	-0.256	0.222
BDC&2010	-0.220	0.471	-0.220	0.471	-0.154	0.464
BDC&2011	-0.258	0.394	-0.258	0.394	-0.179	0.393

쌍인지 비부합쌍인지를 판명한 후, 부합적 경향과 비부합적 경향의 상대적 차이를 정량화 한 것이다. 부합적이라는 것은 두 관측 중에서 한 변량의 값이 큰 관측이 다른 변량 값도 큰 경이며, 비부합적이라는 것은 한 변량 값이 큰 관측이 다른 변량 값은 작은 경우이다.(허명희, pp.16-19). 예를 들면 KWAH와 효율성 평균 사이의 피어슨 상관계수는 -0.358임으로 선형적 연관성은 낮으며, 스피어만 상관계수는 -0.345임으로 두 변수간에 낮은 수준의 단조적 감소관계가 있다고 할 수 있다.

켄달의 상관계수 값이 -0.254임으로 부합율은  $0.373[(1-0.254)/2]$ , 비부합율은  $0.627[(1+0.254)/2]$ 로 상관관계가 높지는 않는 것으로 나타났다. 즉, 웹 접근성이나 웹 사이트 품질 평가결과가 좋은 항만들이 효율성이 좋은 경우가 37.3%라는 상대적 빈도로 발생하였으며, 반면에 웹 접근성이나 웹 사이트 품질 평가결과가 좋은 항만들이 효율성이 오히려 낮은 경우가 62.7%라는 상대적 빈도로 출현했다는 것을 의미한다.

〈표 4〉에서 보는 바와 같이 상관계수와 유의확

표 5. BDC은행의 웹 사이트 평가 종합점수를 산출물로 간주하여 재 측정된 수퍼효율성 및 순위 측정결과  
(투입지향 규모수확불변모형)

항만/구분	종합점수		접근성		유저들의 만족도	
	효율성수치	순위	효율성수치	순위	효율성수치	순위
1(두바이)	1.12568	5	1.07307	6	1.17129	5
2(홍콩)	1.30822	3	1.17986	5	15.6471	1
3(상해)	1.25582	4	1.28013	4	1.37619	4
4(닝보)	1.91991	2	2.51801	1	2.32222	2
5(칭타오)	0.81672	12	0.77609	12	0.59279	13
6(토크)	0.90937	8	0.91233	8	0.82983	10
7(나고야)	0.85631	11	0.89376	9	0.86630	8
8(부산)	1.01570	7	0.84386	10	0.73693	11
9(인천)	2.15476	1	1.91111	2	2.10730	3
10(평양)	0.74341	13	0.74321	13	0.84487	9
11(마닐라)	0.86191	10	0.91359	7	0.90005	7
12(싱가포르)	1.06504	6	1.41165	3	1.05495	6
13(카오슝)	0.90086	9	0.77920	11	0.70368	12

표 6. BDC 종합점수를 산출물로 간주한 경우의 효율성 순위와 WAH, BDC순위 간의 Pearson, Kendall, Spearman의 상관관계 측정결과

항만/구분	Pearson		Spearman		Kendall	
	상관계수	유의확률	상관계수	유의확률	상관계수	유의확률
KWAH 평균순위 & BDC 2013 산출요소	0.071	0.817	0.079	0.799	0.055	0.802
BDC 종합점수순위 & BDC 2013 산출요소	0.170	0.578	0.170	0.578	0.154	0.464
BDC 종합점수순위 & BDC 2009 산출요소	0.225	0.049	0.225	0.459	0.205	0.329
BDC & BDC 2010 산출요소	0.209	0.494	0.209	0.494	0.179	0.393
BDC & BDC 2013 산출요소	0.170	0.578	0.170	0.578	0.154	0.464
BDC 마케팅 & BDC 2013 산출요소	0.154	0.616	0.154	0.616	0.128	0.542
BDC 만족도 & BDC 2013 산출요소	0.201	0.511	0.195	0.523	0.194	0.359

율이 모두 낮게 나와서 웹 접근성, 웹사이트 평가 결과와 효율성과는 매우 유의한 상관관계를 갖고 있다고 볼 수 없었다.

따라서 BDC의 웹 사이트 품질 평가결과 나타난 종합점수를 산출물로 간주하여 각 항만별 년도별 효율성과 순위를 새롭게 측정한 결과는 <표 5>와

같다. 즉, 투입요소는 수심, 총면적, 크레인 수로 하였으며, 산출요소는 컨테이너화물처리량(TEU)과 BDC 웹 사이트 종합점수로 하였다. 단, <표 5>에 제시된 효율성 수치는 순위를 정확하게 측정하기 위해서 수퍼효율성(효율성 수치가 1이상인 효율적인 항만은 제외시켜 가면서 순차적으로 효율적인

항만(DMU)을 선별해 가는 효율성 측정방법으로 항만(DMU)들 사이의 정확한 랭킹을 측정하는 경우에 이용됨으로 측정하였다.

웹 사이트 평가결과를 산출물로 취급한 후의 효율성 측정결과와 WAH, BDC, 년도별 상관관계분석을 실시한 Pearson, Kendall, Spearman의 분석 결과는 <표 6>과 같다.

<표 6>에서 보는 바와 같이 상관계수와 유의확율이 모두 낮게 나와서 웹 접근성, 웹사이트 품질 평가결과와 효율성과는 매우 유의한 상관관계를 갖고 있다고 볼 수 없었다. 그러나 웹 사이트 종합점수를 산출요소로 취급하여 효율성을 측정할 순위를 이용한 경우와 그렇지 않는 경우인 <표 4>와 비교해 보면 상관계수와 유의확율이 모두 개선된 것을 볼 수 있었다. 예를 들면 KWAH 평균순위와 BDC 종합점수를 산출물로 간주하여 측정할 2013 효율성 사이의 피어슨 상관계수는 0.071임으로 선형적 연관성은 낮으며, 스피어만 상관계수는 0.079임으로 두 변수 간에 낮은 수준의 단조적 증가관계가 있다고 할 수 있다.

켄달의 상관계수 값이 0.055임으로 부합율은  $0.4725(1-0.055)/2$ , 비부합율은  $0.5275(1+0.055)/2$ 로 어느 정도의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 웹 접근성이나 웹 사이트 평가결과가 좋은 항만들이 효율성이 좋은 경우가 47.25%라는 상대적 빈도로 발생하였으며, 반면에 웹 접근성이나 웹 사이트 품질 평가결과가 좋은 항만들이 효율성이 오히려 낮은 경우가 52.75%라는 상대적 빈도로 출현했다는 것을 의미한다. 같은 요령으로 BDC 종합점수순위와 BDC종합점수를 산출요소로 간주한 경우의 효율성 순위사이의 피어슨과 스피어만의 상관관계계수는 0.170으로 낮은 수준의 증가를 보였으며, 켄달의 상관계수의 부합율은 0.423, 비부합율은 0.577을 나타내고 있다. 즉, 낮은 정도의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.

## V. 결론

본 논문에서는 첫째, 교차효율성 모형과 웹 접근성, 웹 사이트 평가방법을 이론적으로 소개하였으며, 둘째, 항만들의 웹 접근성을 측정하기 위해서 국내의 웹 접근성 연구소의 웹 접근성 자동평가도구인 KWAH 4를 이용하여 측정하였다. 셋째, KWAH 4의 단점을 획기적으로 보완하기 위해서 캐나다의 BDC은행이 개발한 웹 사이트 품질 평가도구를 이용하여 측정하였다. 넷째, 3개의 투입요소(수심, 총면적, 크레인 수)와, 1개의 산출요소(컨테이너화물처리량), 3개년(2009년, 2010년, 2013년) 자료, 한·중·일 주요항만을 포함한 아시아 13개국의 항만들을 대상으로 하여, 교차효율성모형에 의해서 효율성을 측정하였다. 다섯째, 교차효율성 수치에 의한 항만간 순위, KWAH 4에 의한 순위, BDC은행(캐나다 비즈니스 개발은행)의 웹 사이트 평가결과에 의한 종합점수에 의한 순위 등을 부여하였다. 여섯째, 다섯째에서 제시한 내용의 상관관계분석이 유의하지 않게 나타나서, BDC종합점수를 교차효율성의 산출요소로 포함시켜서 다시한번 새롭게 효율성을 측정하고 순위를 부여하였으며, 그러한 순위가 웹 접근성, 웹 사이트 평가결과와 유의미한 상관관계가 존재하는 지를 SPSS를 이용하여 측정하고 분석하였다. 실증분석의 핵심적인 결과는 다음과 같다.

첫째, 웹 접근성 및 BDC웹 사이트 평가순위와 교차효율성 모형에 의한 효율성 순위사이의 상관관계분석에서 피어슨, 스피어만, 켄달의 상관계수 값이 모두 음수로 두 변수 간에 선형적 연관성은 낮은 것으로 나타났다. 특히, 켄달의 결과에 의하면 웹 접근성, 웹사이트 품질 평가결과가 좋은 항만들이 효율성이 오히려 낮은 경우가 62.7%였다.

둘째, BDC에 의한 웹 사이트 품질 평가결과에 의한 종합점수를 교차효율성 측정의 산출요소로 간주하여 새롭게 측정한 효율성 순위와 웹 사이트

품질평가와 웹 접근성에 의한 평가순위 사이의 상관분석에서는 피어슨, 스피어만, 켄달의 상관계수가 낮은 수준의 단조적 증가를 보였으며, 켄달에 의한 웹 접근성이나 웹 사이트 품질 평가결과가 좋은 항만들이 효율성이 오히려 낮은 경우가 52.75%로 나타났다. 이 점은 해외 최근연구인 Moral-Pajares et al.(2015, p.1509)에서의 실증분석결과인 웹사이트 품질이 회사의 효율성에 결정적인 요소는 아니었다는 결과와 동일한 방향을 보여 주었다.

셋째, 위의 두 가지 실증분석 결과를 가지고서 추정해 볼 때, 웹 접근성 평가와 웹 사이트 품질 평가결과가 개별 항만들의 효율성과 유의미한 상관관계는 보이지 않는 것으로 나타났다.

본 연구가 갖는 정책적인 시사점은 다음과 같다.

첫째, 국내항만의 정책입안자나 경영관리자들은 웹 접근성 지침준수 및 웹 사이트 품질 평가를 참고로 하여 웹 사이트를 사용자 편의 중심으로 세심하게 개편해야만 한다.

둘째, K-WAH를 이용한 웹 접근성 평가결과를 보면 인천항의 경우에는 마크업 문법(87점)이 부산항(94점), 광양항(95점)에 비해서 상대적으로 낮게 나타났으므로 웹 접근성 연구소의 도움을 받아 개선하는 방안을 마련해야만 한다.

셋째, 부산항은 캐나다 BDC은행의 웹 사이트 평가결과 종합점수는 5.8점으로 8위에 랭크되었으며, 그 주된 원인은 접근성(6.6점, 7위), 유저들의 만족도(4.4점, 9위), 기술적인 부분(4.6점, 9위) 때문이었다. 따라서 상대적으로 매우 좋은 평가를 받은 인천항의 웹 사이트 운영과 웹 사이트 시스템을 세심하게 참고하여 개편해야만 한다. 광양항도 인천항의 웹 사이트를 참고하는 한편 가장 점수가 낮았던 마케팅(4.5점, 11위) 부분의 웹 사이트 운영을 개편해야만 한다. 인천항은 마케팅(6.6점, 3위) 측면을 보강하기 위해서 나고야항(8.8점, 1위)을 벤치마킹해야만 한다.

넷째, 항만의 정책입안자나 경영관리자들은 항

만의 효율성을 높이기 위한 방안으로 캐나다 BDC은행의 웹 사이트 품질 평가결과 낮은 평가를 보인 부분을 집중적으로 보완하는 정책을 시행해야만 한다.

다섯째, 본 논문은 국내 항만들의 웹 사이트 접근성과 품질이 앞으로 국내 항만뿐만 아니라 한국 항만산업의 전체 효율성을 증진시키는데 있어서 매우 중요한 도구가 될 수 있을 것임을 경각시켜 줄 수 있을 것이라는 점에 그 기여도가 있다고 확신한다.

본 연구의 한계점은 KWAH 4에 의한 접근성 평가와 BDC에 의한 웹 사이트 품질 종합평가에 대한 정밀한 비교가 이루어지지 않았다고 하는 점이다. 차후연구의 주제로 삼고자 한다.

## 참고문헌

- 김경구(2003), “교차 평가모형을 이용한 컨테이너 터미널의 효율성 평가모형에 관한 연구”, 부산외국어 대학교 대학원 석사학위논문.
- 김유신·정승렬(2013), “웹 사이트 개발을 위한 웹 접근성 준수 프레임 워크-W 은행 인터넷 뱅킹 시스템 구축사례.”, 『한국인터넷정보학회논문지』, 제14권 제5호, 87-99.
- 김제희(2009), “교차효율분석을 활용한 원양어업의 업종별 경쟁력 추정”, 『해양정책연구』, 제24권 제1호, 57-76.
- 모수원·이광배(2010), “부산항과 광양항의 컨테이너 터미널의 효율성”, 『한국항만학회지』, 제26권 제2호, 139-149.
- 박노경(2015), “교차효율성 모형과 정수계획법을 이용한 한국 주요항만의 클러스터링 및 효율성 변화 측정소고”, 『무역통상학회지』, 제15권 제2호, 1-25.
- 박노경(2014), “게임교차효율성 모형을 이용한 컨테이너항만 효율성 및 클러스터링 측정방법 소고”, 『한국항만경제학회지』, 제30집 제4호, 151-168.
- 박노경(2013a), “교차효율성 모형을 이용한 컨테이너항만 효율성 측정방법”, 『무역연구』, 제9권 제4호, 279-294.
- 박노경(2013b), “컨테이너항만의 클러스터링 측정방법 소고-DEA참조집단모형과 교차효율성 모형을 이용

- , 『부역연구』, 제9권 제7호, 439-456.
- 박석호(2010), “국내 대형조선업계의 효율성 및 생산성분석”, 『한국항만경제학회지』, 제26권 제4호, 188-206.
- 박지용·강영주(2005), “웹사이트 및 웹 접근성 평가기법의 비교에 기초한 웹 접근성 평가방안”, 『한국정보시스템 학회 추계학술발표논문집』, 86-96.
- 이병철·김정은(2012), “대한민국 특급호텔의 웹 접근성 평가 -장애인 웹 접근성을 중심으로-”, 『관광연구저널』, 제26권 제5호, 421-433.
- 이윤희(2009), “주요국의 웹 접근성 추진동향 및 시사점”, 『한국정보화 진흥원 CIO Report』, 제16호, 1-22.
- 이충배·권아림(2014), “변이할당기법과 DEA를 활용한 동북아시아 항만간 경쟁력 비교분석”, 『한국항만경제학회지』, 제30권 제4호, 219-254.
- 임성묵(2008), “DEA에서 교차효율성의 공격적 정형화”, 『한국경영과학회지』, 제33권 제4호, 83-100.
- 황성원(2007), “금융기관 웹사이트에서의 웹 접근성 향상에 관한 연구”, 『커뮤니케이션 디자인학연구』, 제24호, 64-74.
- Banker, R. D., and A. Charnes and W. W. Cooper (1984), “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Sciences*, Vol.30, 1078-92.
- Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes(1978), “Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research*, Vol.2, 429-44.
- Fernandes, N., D. Costa, C. Durate, and L. Carrico (2012), “Evaluating the Accessibility of Web Applications,” *Procedia Computer Science*, Vol.14, 28-35.
- Goncalves, R., J. Martines, and F. Branco(2014), “A Review on the Portuguese Enterprises Web Accessibility Levels - A Website Accessibility High Level Improvement Proposal-,” *Procedia Computer Science*, Vol.27, 176-85.
- Cook, W. D., and J. Zhu(2007), “Classifying Inputs and Outputs in Data Envelopment Analysis,” *European Journal of Operational Research*, Vol.180, 692-99.
- Moral-pajares, E., A. Mozas-Moral, and E. Bernal-Jurado (2015), “Efficiency and Exports: Evidence from Southern European Companies,” *Journal of Business Research*, Vol.68, 1506-11.
- Salavati and Hashim(2015), “Website Adoption and Performance by Iranian Hotels,” *Tourism Management*, Vol.46, 367-74.
- Wang, Y. M., and Chin, K. S.(2010), “Some Alternative Models for DEA Cross-Efficiency Evaluation,” *International Journal of Production Economics*, Vol.128, 332-38.
- Wu, J., Liang, L., and Yang, F.(2009), “Achievement and Benchmarking of Countries at the Summer Olympics Using Cross Efficiency Evaluation Method,” *European Journal of Operational Research*, Vol.197, 722-30.
- Wu, J., Liang, L., Wu, D. and Yang, F.(2008), “Olympics Ranking and Benchmarking Based on Cross Efficiency Evaluation Method and Cluster Analysis: The Case of Sydney 2000,” *International Journal of Enterprise Network Management*, Vol.2(4), 377-92.
- Wu, Y. C. J., and Goh, M.(2010), “Container Port Efficiency in Emerging and More Advanced Markets,” *Transportation Research Part E*, Vol.46, 1030-42.

## 한·중·일 주요항만의 웹 사이트 접근성 및 품질평가결과와 효율성과의 상관관계분석 소고

박노경

### 국문요약

본 논문에서는 3개의 투입요소(수심, 총면적, 크레인 수)와, 1개의 산출요소(컨테이너화물처리량)(다른 경우에는 2개의 산출물(TEU와 BDC 총점수)), 그리고 3개년(2009년, 2010년, 2013년)자료를 이용하여 한·중·일 주요항만을 포함한 아시아 13개국의 항만들을 대상으로 하여, 교차효율성 측정, 웹 접근성 평가(KWAH 4), 웹 사이트 평가(BDC, 캐나다 비즈니스 개발은행)결과를 이용하여 각각의 항만들의 순위를 결정한 후에, 상관관계분석을 통해서 교차효율성, 웹접근성, 웹 사이트 평가결과의 순위 간에 유의미한 상관관계가 존재하는지를 파악하였다. 실증분석의 핵심적인 결과는 다음과 같다. 첫째, 웹 접근성 및 BDC웹 사이트 평가순위와 교차효율성 모형에 의한 효율성 순위사이의 상관관계분석에서 선형적 연관성은 낮은 것으로 나타났다. 둘째, BDC의 종합점수를 교차효율성 측정의 산출요소로 간주하여 새롭게 측정된 효율성 순위와 웹 사이트 평가와 웹 접근성에 의한 평가순위 사이의 상관분석에서도 낮은 수준의 단조적 증가를 보여 유의미한 상관관계는 보이지 않았다.

본 연구가 갖는 정책적인 시사점은 국내항만의 정책입안자나 경영관리자들은 웹 접근성 지침준수 및 웹 사이트 품질평가 결과를 참고로 하여 웹 사이트를 사용자 편의 중심으로 세심하게 개편해야만 한다.

주제어: 웹 접근성 평가, 한·중·일 주요항만의 효율성, 교차효율성, KWAH 4, BDC  
(Business Development Bank of Canada)웹사이트 품질 평가