

## 마늘 및 양파 주산지 농업생산기반시설의 취약성 분석 - 전라도, 경상도를 중심으로 -

정현우 · 백신원\* · 김한중\*\*

한경대학교 지역자원시스템공학과 · \*한경대학교 토목안전환경공학과

\*\*한경대학교 지역자원시스템공학과 및 농촌환경과학연구소

## A Study on the vulnerability of the agricultural infrastructure based on the product of garlic and onions - Focused on Jeolla-do and Gyeongsang-do -

Jung, hyunwoo · Paik, sinwon\* · Kim, hanjoong\*\*

Graduate Student, Dept. of Bioresources and Systems Engineering of Hankyong National University

\*Professor, Dept. Department Safety Engineering of Hankyong National University

\*\*Professor, Dept. of Bioresources and Systems Engineering of Hankyong National University. And Institute of Agricultural Environmental Science

**ABSTRACT** : In recent years, the proportion of arable land in the nation has grown from 36.2 percent in 1990 to 43.7 percent in 2013. The study first performed the vulnerability assessment of agricultural production, transportation, processing facilities, agricultural machinery leasing facilities, and water supply facilities. It was developed for the evaluation of the vulnerability of each gun of garlic and onions based on the distance from the three groups of arable bodies to the facility and the processing capacity of facilities. In view of these regional imbalances, the store, distribution and processing facilities in the main stream were found in Haenam, South Jeolla-do, and the relatively low regions of the gun were located in Goheung-gun and Hampyeong-gun. Among other regions, agricultural machinery rental facilities were high in Changnyeong-gun, Haenam, and two regions, while the water supply facilities were high in the southern area of Haenam and South Jeolla-do. The Gyeongsang-do showed relatively high levels of comparison vulnerability index compared to Jeolla-do regions. In particular, through the management plan to improve the facilities needed to improve agricultural production infrastructure, it is necessary to increase the competitiveness of agricultural productivity through the planning of the need for additional support through the rural readjustment project.

**Key words** : Storage Distribution and Processing Facilities(SF), Agricultural Machinery Rental Facility(FF), Water Supply Facility(WF)

### I. 서 론

밭은 논 이외 농지라는 소극적 인식에서 벗어나 우리 사회의 핵심 미래 자원으로 보려는 관점이 나타나고 최근 중국과의 FTA 체결 이후부터는 밭작물의 중요성이

부각되고 있다. 그러나 밭작물이 농업소득에서 차지하는 비중이 높아지고 있지만, 밭작물 재배면적의 약 18.5% 수준만이 관개용수가 공급되고 있어, 상당 부분의 밭은 개인관정에 의존하고 있으며, 아직도 저비용의 저수지 수혜구역에 포함되지 못한 곳에서 재배되고 있다 (Chae et al., 2014). 영농의사 결정에 영향을 줄 수 있는 기초적인 농업생산기반시설은 농업생산기반 정비 사업으로 설치되거나 농업 생산에 이용되는 시설물 및 그 부대시설과 농수산물의 생산·저장·유통·가공시설 등의 영농시설

Corresponding author : Kim, Han Joong

Tel : 031-670-5135

E-mail : hanjoong@hknu.ac.kr

이다. 따라서 단순히 국민의 생활 및 국가의 중요한 자산이므로 기후변화에 따른 자연재해로부터 안전하게 관리하여야 하며(Shim et al., 2010) 농업생산성 향상을 위한 시설로 생산품목과 영농방법에 적합한 수준으로 수리시설물의 역할처럼 공급되는 것이 필요하다.

최근 기후변화로 인해 강우강도가 커지고 집중폭우가 증가함에 따라 농업생산기반시설의 안정성이 고려되고 있다. 저수지의 경우, 홍수 배제능력과 규모가 부족하면 제체 붕괴를 초래하여 농업생산물의 피해뿐만 아니라 많은 인명피해 또한 유발할 수 있다 (Kang, 2010). 특히 농업에 기반을 둔 읍·면 지역의 경우 기초 인프라 시설은 농산물 생산을 위해서는 기상, 토양 등의 자연적 환경요인의 극복을 위해서 필요할 뿐만 아니라 토양환경, 경지정리, 수리시설, 농업기술 등 인위적 환경요인들의 상호간접적인 관계를 잘 극복하기 위해서 제공되어야 한다 (Lee et al., 2012a). 저수지의 경우, 홍수 배제능력이 부족하면 제체 붕괴를 초래하여 농업생산물의 피해뿐만 아니라 많은 인명 피해 또한 유발할 수 있다 (Lee et al., 2011). 또한 내한능력 조건을 넘어서는 가뭄현상이 발생하는 경우도 최근 들어 지역적으로 자주 나타나고 있다 (Nam et al., 2014) 특히, 농업에 있어 기상요소는 인위적인 노력으로 개선하기 힘든 농산물 생육 환경으로서 일 단위 또는 계절별 변화에 따라 달라지고 이로 인해 다른 환경적 요소보다 적시에 대응하지 못할 경우에는 수확량에 절대적인 영향을 미치고 있다 (Lee et al., 2012b). 농업 지역의 생산기반 요소와 기후요소에 대한 취약성에 대한 많은 연구가 이루어지고 있는데 이러한 현상이 반영되었다고 볼 수 있다.

즉, 농업생산능력이 기후요인에 의존하는 부분과 이를 극복하거나 대응할 수 있는 생산기반시설의 충족 정보를 기후변화를 평가하는 것과 동일한 공간적 특성으로 볼 수 있기 때문에 기후변화에 따른 지역적 취약성을 평가하고자 하는 연구가 최근까지 많이 이루어져 왔다. 특히, Kim et al.(2013)은 기후변화에 따른 농업생산 기반의 취약성 평가를 위해 홍수 및 가뭄에 대해 대리변수를 선정하고 취약성 평가지표를 산정하였다. 또한 Chon et al.(2014)은 기후변화에 따른 전국 232개 시군별 마늘 생산성에 관해 CCGIS를 이용하여 마늘재배 지역의 취약성 평가지표와 지수를 개발하여 취약성을 평가하기도 하였다. 이외에도 기후변화에 따른 취약성 평가를 위하여 취약성 인자들의 공간적 분포특성 자료를 제공하는 기초적 연구를 수행한 바 있다(Kim et al. 2013, Kim et al. 2014). 농업생산에 기상변수를 독립변수로 활용하여 취약성 분석에 도움을 주었지만 통계적 기상자료만으로 농업생산 취약성을 파악하고 있어 생산기반요소에 의한 역

량개선 효과 등이 고려되지 못하였다(Kim et al., 2011). 국내 농산물 수급조절을 적극적인 방법으로 개입하기 위해서는 수확량에 대한 정확한 예측 뿐만 아니라 생산계획의 수립과정에서 지속적으로 기후변화 요인뿐만 아니라 생산지역의 여건 등을 고려하여 농업생산역량과 취약성 인자들과의 관계를 규명하여 더욱 더 정확한 수요-공급량의 불균형을 해소할 수 있는 연구가 필요한 것으로 판단되며, 따라서 이러한 분야에 대한 취약성 평가 지표의 개발을 통해 향후 국가 적응정책을 수립할 때 지역별, 부문별 취약정도를 파악하고 우선하여 주산지에 대한 생산계획의 적정성을 판단하는데 도움을 줄 수 있으며, 구체적 적응정책의 방향성을 세우는데 근거로 활용할 수 있는 지표개발이 필요한 것으로 판단된다.

본 연구에서는 양념채소류 중 생산기간이 길고 수확 후 저장 중 수분증산에 의한 조직성의 결여, 영양 손실, 중량감소, 부패현상 등의 유발로 장기저장에 있어 많은 문제점을 지니고 있고, 수확량 변동으로 인한 가격변동이 큰 마늘, 양파를 대상 품목으로 선정하였으며, 정부에서 발작물의 수급조절 안정성을 위하여 주산지로 지정된 마늘, 양파 주산지인 고흥군, 해남시, 신안군, 무안군, 함평군, 창녕군, 남해군, 의성군을 중심으로 농업생산기반시설인 저장·유통·가공시설, 농기계임대시설, 용수공급시설의 취약성과 지역별 재배작물의 농업생산성 특성의 관계를 통하여 등급화하고, 지역별 주산작물의 농업생산기반시설 취약성 개선 방향 수립의 기초자료로 제시하고자 한다.

## II. 농업생산기반 시설의 취약성 평가

농업생산기반 시설의 취약성 평가를 위한 인자들은 Jung et al.(2016)의 연구 결과를 참고하여 취약성 평가에 관한 항목을 조사하고 평가하기 위해 중요한 영향요인을 선정하고 세부 항목, 대리 변수 및 영향력이 큰 정도를 나타내었다. 단위면적당의 생산성에 대한 필지단위의 자료의 수집은 기존의 농업통계와 한국농어촌공사(KRC, 2016)에서 수행한 밭 농업 주산지 실태조사 보고서 조사 자료들 중에서 선행연구의 취약성 평가 항목 중 저장·유통·가공시설, 농기계임대시설 자료를 참고하였으며, 본 연구에서는 선행연구에서 미비하다고 판단되는 용수공급시설을 추가해 3개 카테고리 분류하여 총 6개 항목으로 선정하였다. 대상 작물에 대한 주산지의 취약성 수준, 주변 지역의 작물별 접근성, 숙성점수 측면에서의 각 지역의 농업생산기반시설을 분석하여 접근성과 생산기반의 상태를 평가하고 세요인 그룹간의 비교를 통하

여 농업생산기반시설의 진단을 실시하고자 한다.

저장·유통·가공시설의 인자로는 재배 필지와 저장·유통·가공시설과의 거리 (km), 저장·유통·가공시설의 처리 가능용량 (ton)을 선정하였고, 농기계임대시설의 인자로는 재배 필지와 농기계임대시설 과의 거리 (km), 농기계 수량 (대)을 용수공급시설의 인자로는 재배 필지와 용수 공급시설과의 거리 (km), 각 수리시설의 수혜면적 (ha) 등으로 구분하여 Table 1과 같이 DB 구축을 하였다. 또한 공간분포를 해석을 위해 수치주제도를 작성하여 활용하였으며, ArcGIS\_Network 분석과 국가교통망도 (2009)를 이용하여 구축하였다. 저장·유통·가공시설, 농기계임대시설, 용수공급시설의 변수들은 다양한 특성을 가진 고유 변수들로 ArcGIS Network Analysis- Serviceability 모듈로부터 선정된 필지별 거리 값을 등급화 과정을 통하여 분석하였다. 필지정보는 농업경영체 정보와 일치되는 필지고유 PNU code와 공간적 위치를 등록하는 구조화편집 과정으로 검토하였다. (Figure 1)

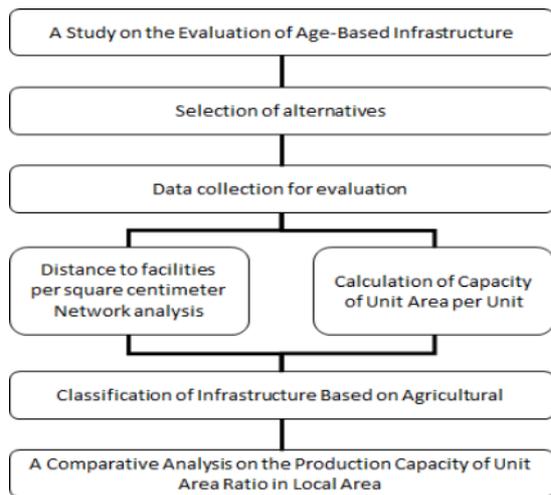


Figure 1. An Evaluation Process of Age-Based Infrastructure

네트워크 분석 결과를 지표화하기 위해서 다음과 같이 시설물의 고유처리능력과 인접한 재배면적에 의한 가중치 법을 적용하여 각 시설물의 점수를 평가하였다.

$$I_{ki} = \frac{\sum(X_{ij} \times W_j)}{\sum X_{kij}} \quad (1.1)$$

여기서  $I_{ki}$ 는 각 시설물별 점수이고,  $X_{ij}$ 는 각 시설물별 처리능력,  $W_i$ 는 각 시군별 면의 총 면적,  $X_{kij}$ 는 해당 시군별 총 면적이다.

용수공급시설에 대해 각 시군별 면단위 점수를 산정하였으며, 이를 표준화와 등급화 과정을 거쳤다. 즉, 선정된 여러 대리 변수들 저장·유통·가공시설, 농기계임대시설, 용수공급시설은 각 변수마다 갖는 단위가 다르기 때문에 그 값을 그대로 적용하여 비교분석을 하기엔 한계가 있다. 따라서 각 변수의 데이터를 무차원화 된 형태로 가공하거나, 표준화 과정을 거쳐 통계적 특성을 사용하는 방법을 통해서 평가지표를 변환하여야 한다. 따라서 선행연구인 (Jung et al., 2016)의 표준화 방법인 Z-스코어를 활용하여 각 변수의 데이터를 무차원화 된 형태로 가공하였고, ‘표준화 공식=(대상 인자의 값-대상 인자 전체의 평균)/(대상 인자 전체의 표준편차)’에 의했으며, 표준화 과정을 거쳐 통계적 특성을 사용하는 방법으로 지수화 하였다. 지수의 값이 크면 영향력이 높은 것을 의미하는데, 지표의 방향이 음수일 경우 역으로 환산하여 계산을 하기 때문에 모든 데이터를 자연로그 변환 과정을 거쳐 음수를 제거하였다. 데이터의 등급화를 위해 Excel 2013의 PercentileRank 함수를 이용하여 모든 지수를 백분위로 나타내었다. 저장·유통·가공시설, 농기계임대시설, 용수공급시설의 지수의 산정에는 산술평균값을 사용하였으며, 등분하여 0~0.2의 값은 5등급(매우 취약), 0.21~0.4는 4등급(취약), 0.41~0.6은 3등급(보통), 0.61~0.8은 2등급( 좋음), 0.81~1은 1등급(매우 좋음)으로 나타내었다. 5등급에 가까운 지역일수록 취약하다고 판단하였다.

Table 1. Vulnerability assessment items of agricultural production infrastructure

| Categories  | Code | Items  | Unit        |
|---|------|--|-------------|
| Storage-Distribution and Processing facilities ( SF ) | SF01 | Distance to Facilities                         | km          |
|   | SF02 | Treatment capacity of facility                 | ton/ha      |
| Agricultural machinery rental facility ( FF )         | FF01 | Distance to Facilities                         | km          |
|   | FF02 | Number of Agricultural machinery per unit area | Quantity/ha |
| Water supply facility ( WF )                          | WF01 | Distance to Facilities                         | km          |
|   | WF02 | Benefit Area by Parcel                         | ton/ha      |
| Unit Production                                       | UP   | Unit yield per unit Area                       | ton/ha      |

### III. 연구 결과 및 고찰

#### 1. 마늘 및 양파 주산지 읍면지역 취약성 진단지표 분석

##### 가. 마늘 주산지 분석결과

마늘 주산지의 저장·유통·가공시설 부문에서는 고흥군

의 경우 평균값이 0.230이며 4등급으로, 봉래면, 침암면이 각각 0.458, 0.406로 3등급으로 나타났으며, 금산면, 도덕면, 두원면이 0.035, 0.118, 0.129로 5등급으로 낮게 나타났다. 해남시의 평균은 0.737이며 2등급 나타났으며, 계곡면, 산이면, 해남읍, 옥천면이 각각 0.911, 0.894, 0.882, 0.853이며 1등급으로 높게 나타났으며, 송지면, 북평면이 각각 0.447, 0.464로 3등급으로 낮게 나타났다. 해남시의 평가지수가 낮게 나타난 지역보다 고흥군의 높

Table 2. Analysis results of vulnerability of agricultural production base of garlic

| Do     | Sigun    | Myun      | SF    | FF    | WF       | UP       | Do        | Sigun      | Myun       | SF       | FF     | WF    | UP     |        |
|--------|----------|-----------|-------|-------|----------|----------|-----------|------------|------------|----------|--------|-------|--------|--------|
| Jeolla | Goheung  | goheung   | 0.252 | 0.194 | 0.300    | 14.439   | Gyungsang | Changnyung | gyesung    | 0.623    | 0.770  | 0.535 | 17.000 |        |
|        |          | gwayeok   | 0.329 | 0.024 | 0.582    | 14.439   |           |            | goam       | 0.329    | 0.835  | 0.635 | 17.000 |        |
|        |          | geumsan   | 0.035 | 0.000 | 0.212    | 13.899   |           |            | gilgok     | 0.635    | 0.688  | 0.341 | 17.000 |        |
|        |          | namyang   | 0.347 | 0.065 | 0.259    | 14.439   |           |            | namji      | 0.682    | 0.653  | 0.511 | 17.000 |        |
|        |          | daeseo    | 0.182 | 0.106 | 0.317    | 14.446   |           |            | daejji     | 0.423    | 0.800  | 0.941 | 17.000 |        |
|        |          | dodeok    | 0.118 | 0.076 | 0.452    | 14.439   |           |            | daehap     | 0.264    | 0.706  | 0.788 | 17.000 |        |
|        |          | doyang    | 0.176 | 0.082 | 0.270    | 13.478   |           |            | docheon    | 0.641    | 0.594  | 0.694 | 17.000 |        |
|        |          | dohwa     | 0.211 | 0.118 | 0.276    | 14.439   |           |            | bugok      | 0.847    | 0.694  | 0.459 | 17.000 |        |
|        |          | donggang  | 0.212 | 0.129 | 0.323    | 14.439   |           |            | sungsan    | 0.452    | 0.659  | 0.335 | 17.001 |        |
|        |          | dongil    | 0.264 | 0.018 | 0.100    | 14.390   |           |            | yuongsan   | 0.800    | 0.676  | 0.606 | 17.000 |        |
|        |          | duwon     | 0.129 | 0.053 | 0.335    | 14.447   |           |            | yueo       | 0.594    | 0.688  | 0.918 | 17.000 |        |
|        |          | bongnae   | 0.458 | 0.012 | 0.070    | 14.117   |           |            | ibang      | 0.394    | 0.518  | 0.653 | 17.000 |        |
|        |          | yeongnam  | 0.194 | 0.088 | 0.588    | 14.480   |           |            | jangma     | 0.606    | 0.612  | 0.588 | 17.000 |        |
|        |          | jeomam    | 0.406 | 0.135 | 0.676    | 14.300   |           |            | changnyung | 0.429    | 0.817  | 0.782 | 17.000 |        |
|        | podu     | 0.176     | 0.124 | 0.459 | 13.397   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | pungyang | 0.194     | 0.176 | 0.447 | 14.439   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | Haenam   | gyegok    | 0.911 | 0.441 | 0.559    | 12.900   | Gyungsang | Namhae     | gohyun     | 0.747    | 0.441  | 0.876 | 13.169 |        |
|        |          | masan     | 0.747 | 0.570 | 0.594    | 12.900   |           |            | nam        | 0.382    | 0.347  | 0.541 | 13.169 |        |
|        |          | munnae    | 0.788 | 0.623 | 0.547    | 12.900   |           |            | namhae     | 0.653    | 0.823  | 0.841 | 13.169 |        |
|        |          | bockil    | 0.671 | 0.188 | 0.741    | 12.900   |           |            | mijo       | 0.606    | 0.582  | 0.194 | 13.170 |        |
|        |          | bukpyeong | 0.464 | 0.288 | 0.623    | 12.900   |           |            | sandong    | 0.706    | 0.706  | 0.600 | 13.169 |        |
|        |          | sani      | 0.894 | 0.465 | 0.511    | 12.900   |           |            | sangju     | 0.547    | 0.488  | 0.282 | 13.167 |        |
|        |          | samsan    | 0.717 | 0.611 | 0.682    | 12.900   |           |            | seo        | 0.494    | 0.476  | 0.435 | 13.169 |        |
|        |          | songji    | 0.447 | 0.458 | 0.759    | 12.900   |           |            | seolcheon  | 0.653    | 0.458  | 0.729 | 13.169 |        |
|        |          | okcheon   | 0.853 | 0.606 | 0.523    | 12.900   |           |            | idong      | 0.782    | 0.800  | 0.894 | 13.170 |        |
|        |          | haenam    | 0.882 | 0.688 | 0.724    | 12.900   |           |            | changsun   | 0.747    | 0.470  | 0.670 | 13.169 |        |
|        |          | hyunsan   | 0.653 | 0.600 | 0.829    | 12.900   |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        |          | hwasan    | 0.694 | 0.241 | 0.412    | 12.900   |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        |          | hwawon    | 0.829 | 0.435 | 0.524    | 12.900   |           |            | Uisung     | gaeum    | 0.335  | 0.576 | 0.647  | 15.743 |
|        |          | hwangsan  | 0.764 | 0.358 | 0.676    | 12.900   |           |            |            | gucheon  | 0.865  | 0.676 | 0.288  | 13.520 |
|        |          |           |       |       |          |          |           |            |            | geumsung | 0.435  | 0.612 | 0.870  | 10.233 |
|        |          |           |       |       |          |          |           |            |            | dain     | 0.712  | 0.723 | 0.447  | 64.817 |
|        |          |           |       |       |          |          |           |            |            | danmil   | 0.853  | 0.670 | 0.288  | 13.524 |
|        |          |           |       |       |          |          |           |            |            | danchon  | 0.329  | 0.512 | 0.218  | 10.602 |
|        |          |           |       |       |          | bongyang | 0.617     | 0.635      |            | 0.806    | 13.519 |       |        |        |
|        |          |           |       |       |          | bian     | 0.712     | 0.652      |            | 0.523    | 13.523 |       |        |        |
|        |          |           |       |       | sagok    | 0.306    | 0.317     | 0.217      |            | 15.364   |        |       |        |        |
|        |          |           |       |       | sinpyung | 0.359    | 0.435     | 0.606      |            | 15.244   |        |       |        |        |
|        |          |           |       |       | angye    | 0.941    | 0.664     | 0.723      |            | 13.523   |        |       |        |        |
|        |          |           |       |       | ansa     | 0.529    | 0.641     | 0.188      |            | 13.523   |        |       |        |        |
|        |          |           |       |       | anpyung  | 0.323    | 0.488     | 0.288      |            | 14.828   |        |       |        |        |
|        |          |           |       |       | oksan    | 0.600    | 0.658     | 0.570      |            | 10.596   |        |       |        |        |
|        |          |           |       |       | euisung  | 0.541    | 0.688     | 0.505      | 10.600     |          |        |       |        |        |
|        |          |           |       |       | jeomgok  | 0.418    | 0.605     | 0.582      | 10.601     |          |        |       |        |        |
|        |          |           |       |       | chunsan  | 0.388    | 0.582     | 0.259      | 10.053     |          |        |       |        |        |
| Sinan  | docho    | 0.371     | 0.618 | 0.135 | 12.280   | X        |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | bigeum   | 0.412     | 0.817 | 0.188 | 12.280   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | sinui    | 0.417     | 0.817 | 0.353 | 12.222   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | anjwa    | 0.171     | 0.212 | 0.518 | 12.100   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | amtae    | 0.182     | 0.423 | 0.329 | 12.100   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | aphae    | 0.217     | 0.429 | 0.447 | 12.100   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | imja     | 0.306     | 0.817 | 0.441 | 12.300   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | jaeun    | 0.118     | 0.553 | 0.517 | 12.200   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | jansan   | 0.500     | 0.706 | 0.470 | 12.202   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | jungdo   | 0.165     | 0.735 | 0.741 | 12.300   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | jido     | 0.223     | 0.676 | 0.753 | 12.100   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | palgeum  | 0.188     | 0.294 | 0.300 | 12.180   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | haeui    | 0.218     | 0.459 | 0.288 | 12.100   |          |           |            |            |          |        |       |        |        |
|        | heuksan  | 0.459     | 0.658 | 0.082 | 7.000    |          |           |            |            |          |        |       |        |        |

게 나타난 지역의 지수는 낮게 나타났다. 신안군에서는 장산면, 흑산면이 각각 0.500, 0.459이며 3등급 나타났으며, 자은면, 안좌면이 각각 0.118, 0.171이며 5등급으로 낮게 나타났다. 전라도 지역에서는 5등급으로 나타난 고흥군, 신안군 지역이 취약하다고 판단되었다. 창녕군에서는 부곡면, 영산면으로 각각 0.847, 0.800이며 1등급과 2등급으로 나타났으며, 대합면, 고암면, 이방면으로 각각 0.264, 0.329, 0.394이며 4등급으로 낮게 나타났다. 남해군에서는 이동면, 고현면, 창선면, 삼동면으로 0.782, 0.742, 0.742, 0.706이며, 2등급으로 높게 나타났으며, 남면, 서면이 각각 0.382, 0.494이며 각각 4등급, 3등급으로 나타났다. 의성군에서는 안계면, 구천면, 단밀면이 각각 0.941, 0.865, 0.853이며 1등급으로 높게 나타났으며, 안평면, 단촌면, 가음면, 신평면이 각각 0.323, 0.329, 0.335, 0.359이며 4등급으로 낮게 나타났다. 경상도 지역에서 취약하다고 판단되는 의성군 또한 전라도지역의 고흥군 수치보다 높게 나타났다.

농기계임대시설 부문에서는 고흥군의 평균값이 0.087로 가장 낮은 수치를 보였으며, 고흥읍, 풍양면이 각각 0.194, 0.176이며 5등급으로 나타났으며, 금산면, 봉래면, 동일면이 0, 0.012, 0.018이며 5등급으로 전체적으로 낮은 수치로 나타났다. 신안군의 평균은 0.586이며 3등급으로 나타났으며, 비금면, 신의면, 임자면이 각각 0.817이며, 1등급으로 높게 나타났으며, 팔금면, 암태면, 압해읍이 각각 0.294, 0.423, 0.429이며 4등급, 3등급으로 나타났다. 창녕군에의 평균은 0.693이며 2등급으로 나타났으며, 고암면, 창녕읍, 대지면이 각각 0.835, 0.817, 0.800이며, 1등급, 2등급으로 높게 나타났으며, 이방면, 도천면, 장마면이 각각 0.518, 0.594, 0.612로 각각 3등급, 2등급으로 나타났다. 남해군의 평균은 0.559이며 3등급으로 나타났고, 남해읍, 이동면, 삼동면이 각각 0.823, 0.800, 0.706이며 각각 1등급, 2등급으로 높게 나타났으며, 남면, 고현면이 각각 0.347, 0.441이며, 3등급으로 나타났다. 저장·유통·가공시설과 마찬가지로 고흥군의 경우 5등급

Table 3. Analysis results of vulnerability of agricultural production base of onion

| Do     | Sigun     | Myun     | SF    | FF    | WF     | UP     | Do         | Sigun      | Myun      | SF    | FF     | WF     | UP     |
|--------|-----------|----------|-------|-------|--------|--------|------------|------------|-----------|-------|--------|--------|--------|
| Jeolla | Muan      | mangun   | 0.508 | 0.250 | 0.543  | 57.300 | Jeolla     | Haenam     | gyegok    | 0.948 | 0.525  | 0.534  | 60.720 |
|        |           | mongtan  | 0.517 | 0.457 | 0.534  | 59.200 |            |            | masan     | 0.750 | 0.638  | 0.388  | 60.720 |
|        |           | muan     | 0.603 | 0.569 | 0.767  | 57.009 |            |            | munnae    | 0.664 | 0.147  | 0.715  | 60.720 |
|        |           | samhyang | 0.466 | 0.577 | 0.276  | 75.000 |            |            | bockil    | 0.888 | 0.448  | 0.543  | 60.720 |
|        |           | unnam    | 0.414 | 0.181 | 0.647  | 75.001 |            |            | bukpyeong | 0.638 | 0.224  | 0.370  | 60.720 |
|        |           | cheongye | 0.336 | 0.474 | 0.629  | 57.300 |            |            | sani      | 0.706 | 0.370  | 0.776  | 60.720 |
|        |           | haeje    | 0.474 | 0.379 | 0.741  | 54.999 |            |            | samsan    | 0.810 | 0.810  | 0.439  | 60.720 |
|        | hyungyung | 0.422    | 0.215 | 0.707 | 75.001 | songji |            |            | 0.715     | 0.594 | 0.353  | 60.720 |        |
|        | Sinan     | docho    | 0.336 | 0.267 | 0.009  | 57.300 |            |            | okcheon   | 0.853 | 0.655  | 0.431  | 60.720 |
|        |           | bigeum   | 0.319 | 0.241 | 0.017  | 57.300 |            |            | haenam    | 0.948 | 0.827  | 0.551  | 60.720 |
|        |           | sinui    | 0.241 | 0.336 | 0.172  | 57.256 |            |            | hyunsan   | 0.741 | 0.603  | 0.586  | 60.720 |
|        |           | anjwa    | 0.319 | 0.129 | 0.448  | 59.000 |            |            | hwasan    | 0.629 | 0.250  | 0.284  | 60.720 |
|        |           | amtae    | 0.190 | 0.207 | 0.293  | 59.000 |            |            | hwawon    | 0.681 | 0.233  | 0.793  | 60.720 |
|        |           | aphae    | 0.112 | 0.155 | 0.500  | 59.200 |            |            | hwangsan  | 0.776 | 0.319  | 0.715  | 60.720 |
|        |           | imja     | 0.172 | 0.172 | 0.362  | 52.665 | Gyungsang  | Changnyung | gyesung   | 0.595 | 0.569  | 0.551  | 65.000 |
|        |           | jaeun    | 0.147 | 0.155 | 0.456  | 57.000 |            |            | goam      | 0.353 | 0.836  | 0.448  | 65.000 |
|        |           | jangsan  | 0.370 | 0.250 | 0.465  | 57.000 |            |            | gilgok    | 0.603 | 0.655  | 0.284  | 65.000 |
|        |           | jungdo   | 0.181 | 0.258 | 0.414  | 58.757 |            |            | namji     | 0.655 | 0.586  | 0.543  | 65.000 |
|        |           | jido     | 0.095 | 0.000 | 0.474  | 59.000 |            |            | daeji     | 0.621 | 0.914  | 0.741  | 65.000 |
|        |           | palgeum  | 0.224 | 0.138 | 0.138  | 59.230 |            |            | daehap    | 0.362 | 0.879  | 0.500  | 65.000 |
|        |           | haeui    | 0.207 | 0.121 | 0.172  | 59.000 |            |            | docheon   | 0.870 | 0.681  | 0.534  | 65.000 |
|        | heuksan   | 0.500    | 0.491 | 0.000 | 35.000 | bugok  |            |            | 0.922     | 0.707 | 0.457  | 65.000 |        |
|        | Hampyung  | nasan    | 0.000 | 0.681 | 0.525  | 54.126 |            |            | sungsan   | 0.397 | 0.663  | 0.284  | 65.000 |
|        |           | daedong  | 0.000 | 0.690 | 0.655  | 52.267 |            |            | yuongsan  | 0.922 | 0.689  | 0.577  | 65.000 |
|        |           | sonbul   | 0.000 | 0.362 | 0.621  | 56.831 |            |            | yueo      | 0.707 | 0.577  | 0.922  | 65.000 |
|        |           | singwang | 0.000 | 0.612 | 0.336  | 56.387 |            |            | ibang     | 0.551 | 0.603  | 0.465  | 65.000 |
|        |           | umda     | 0.336 | 0.707 | 0.776  | 54.286 |            |            | jangma    | 0.647 | 0.577  | 0.758  | 65.000 |
|        |           | worya    | 0.000 | 0.957 | 0.491  | 51.991 | changnyung | 0.543      | 0.801     | 0.750 | 65.000 |        |        |
|        |           | hakgyo   | 0.190 | 0.810 | 0.706  | 55.897 |            |            |           |       |        |        |        |
|        |           | hampyung | 0.198 | 0.569 | 0.621  | 56.200 |            |            |           |       |        |        |        |
|        |           | haebo    | 0.000 | 0.905 | 0.551  | 52.723 |            |            |           |       |        |        |        |

으로 낮은 수치를 보이고 있다.

용수공급시설 부문에서는 전라도 지역 고흥군의 평균은 0.354이며, 4등급으로 나타났고, 침암면, 영남면이 각각 0.676, 0.588이며 각각 2등급, 3등급으로 나타났으며, 봉래면, 동일면이 0.070, 0.1이며 5등급으로 낮은 수치를 나타내고 있다. 해남시의 평균은 0.621이며 2등급으로 나타났고, 현산면, 송지면, 북일면이 0.829, 0.759, 0.741이며 각각 2등급, 3등급으로 높게 나타났으며, 화산면이 0.412이며, 3등급 나타났다. 경상도 지역 창녕군의 평균

은 0.627이며 2등급으로 나타났고, 대지면, 유어면이 0.941, 0.918이며 1등급으로 가장 높게 나타났으며, 성산면, 길곡면이 0.335, 0.341이며 4등급으로 낮게 나타났다. 고흥군의 경우 높은 등급의 지역과 낮은 등급의 지역간의 차이가 크게 나타나 낮은 수치를 보이고 있다. (Table 2). 또한 면 단위의 분포현황을 한눈에 알아보기 위해 GIS를 이용해 분포현황을 나타내었으며, (Figure 2) 각 SF, FF, WF 그룹간의 분포를 나타내기 위해 분산그래프로 나타내었다. (Figure 3)

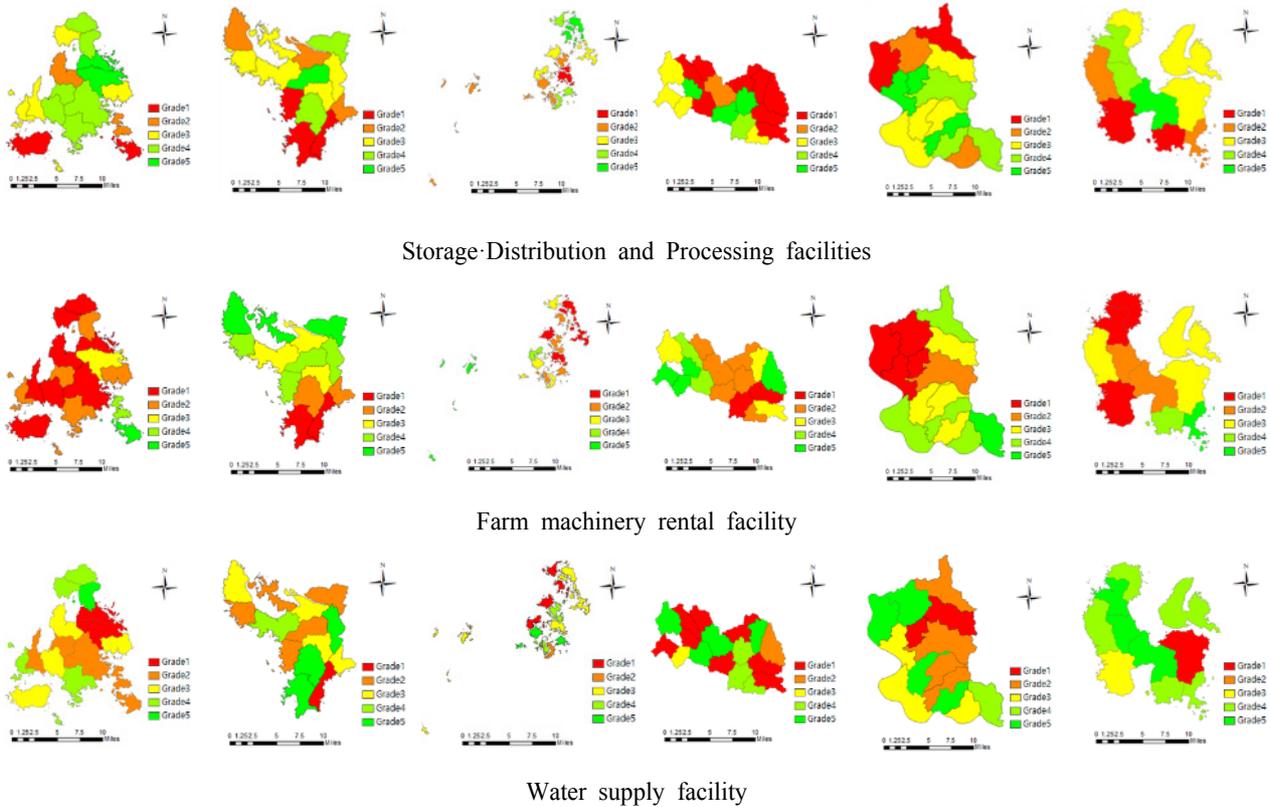


Figure 2. Distribution Map of Garlic Using GIS

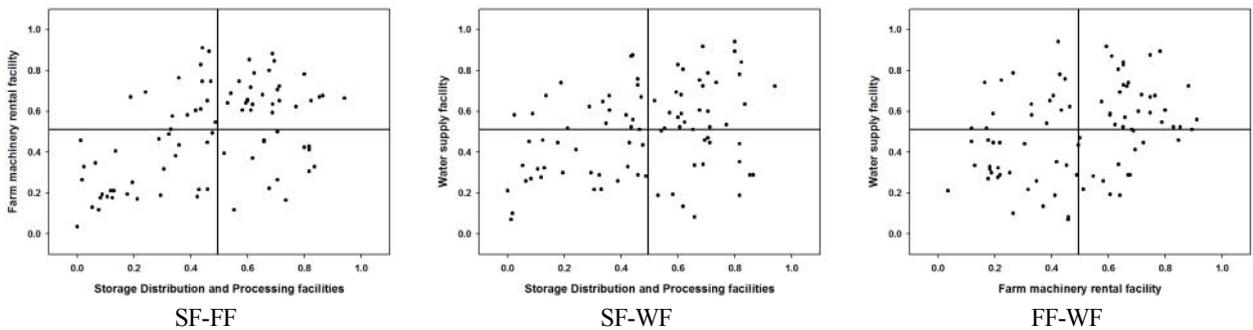


Figure 3. Analysis of Scatter Analysis by Main Grounds for Garlic

나. 양파 주산지 분석 결과

양파주산지의 저장·유통·가공시설 부문에서는 전라도 지역 합평균의 평균은 0.080이며 5등급으로 나타났고, 임다면, 학교면, 함평읍이 0.336, 0.198, 0.190이며 각각 4등급, 5등급으로 나타났으며, 이외 지역은 0으로 가장 낮게 나타났다. 해남시의 평균은 0.767이며 2등급으로 가장 높게 나타났고, 계곡면, 해남읍, 북일면이 0.948, 0.948, 0.888이며 1등급으로 높게 나타났으며, 화산면, 북평면, 문내면, 화원면이 각각 0.629, 0.638, 0.664, 0.681이며 2등급 나타났다. 경상도지역 창녕군에서는 영산면, 부곡면, 도천면이 각각 0.922, 0.922, 0.870이며 1등급으로 높게 나타났으며, 고암면, 대함면이 각각 0.353, 0.362 4등급으로 나타났다.

농기계임대시설 부문에서는 전라도 지역 신안군의 평균은 0.208이며 4등급으로 가장 낮게 나타났고, 흑산면이 0.491이며, 3등급으로 나타났으며, 지도읍, 하의면, 안좌면, 팔금면이 각각 0.121, 0.129, 0.138이며 5등급으로

가장 낮게 나타났다. 함평군의 경우 저장·유통·가공시설과는 다르게 가장 높은 0.699이며, 2등급으로 나타났다면, 해보면이 각각

용수공급시설 부문에서는 전라도 지역 무안군의 평균은 0.605이며, 2등급으로 나타났고, 무안읍, 해제면, 현경면이 각각 0.767, 0.741, 0.707이며 2등급으로 높게 나타났으며, 삼향읍이 0.276이며 4등급으로 나타났다. 신안군에서는 지도읍, 장산면, 자은면이 각각 0.474, 0.465, 0.456으로 높게 나타났으며, 흑사면, 도초면, 비금면이 각각 0, 0.009, 0.017로 낮게 나타났다. 경상도 지역 창녕군에서는 유어면, 장마면, 창녕읍, 대지면이 각각 0.922, 0.758, 0.750, 0.741로 높게 나타났으며, 성산면, 길곡면이 각각 0.284로 낮게 나타났다. 경상도 지역의 창녕군의 경우 세 가지 부문에서 모두 2등급으로 높은 수치로 나타났으며 가장 우수한 지역으로 판단된다. (Table 3). 이 결과에서는 각각의 인자간의 상호 비교에서 볼 수 있듯이 선형적인 관계가 없이 상호 인자의 크기는 생산여건 중에서 개선이 필요한 부분 또는 발작물의 재배

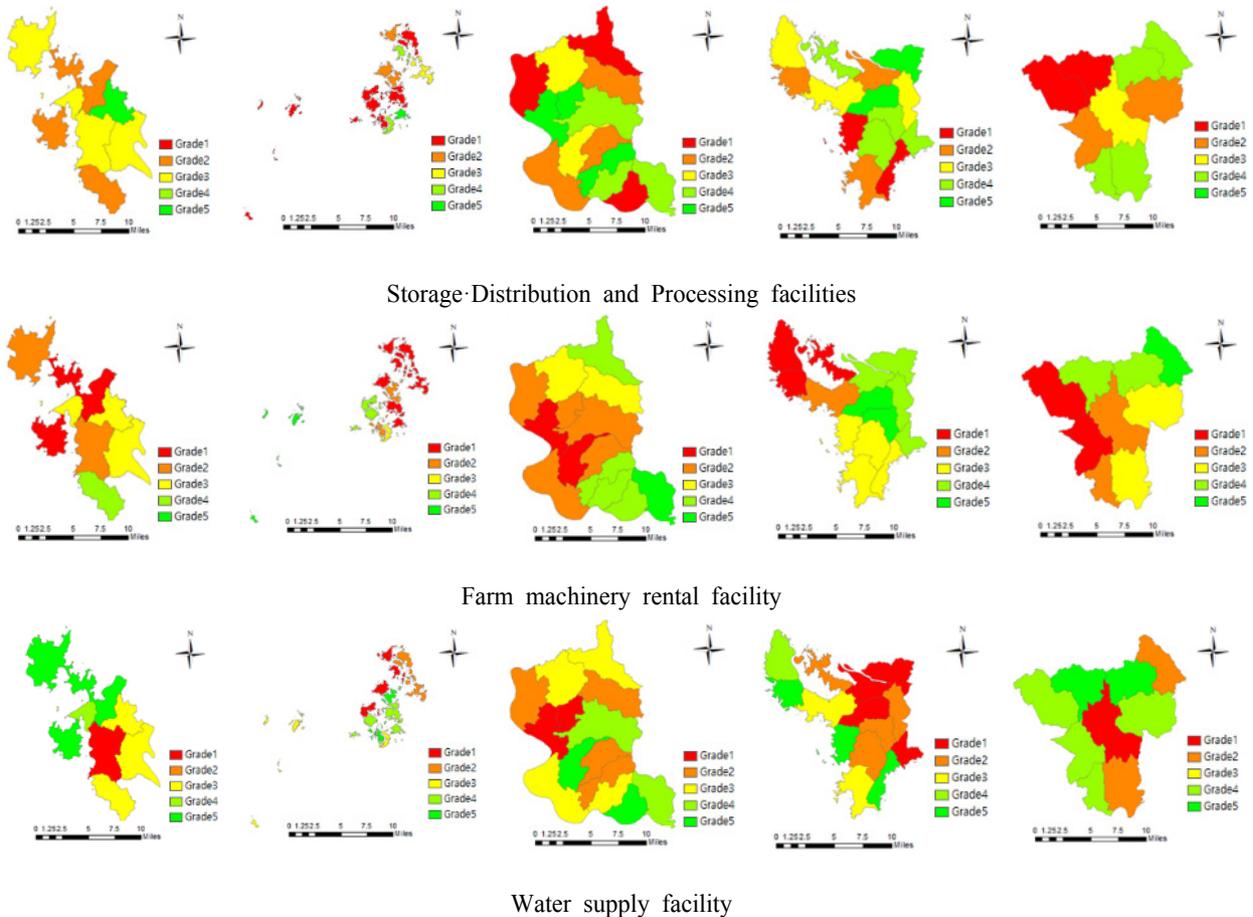


Figure 4. Distribution Map of Onion Using GIS

의향 개선 방향을 제시할 수 있을 것으로 판단된다. 이 결과를 평균위치를 기준으로 사분면에 대한 상호간의 관계를 통하여 설명하였다. 또한 면 단위의 분포현황을 한눈에 알아보기 위해 GIS를 이용해 분포현황을 나타내었다. (Figure 4) 또한 각 SF, FF, WF 그룹간의 분포를 나타내기 위해 분산그래프로 나타내었다. (Figure 5)

## 2. 마늘 및 양파 주산지 시·군 단위 취약성 진단지표 분석

세 그룹간의 지수 값에 따른 작물별·시군별로 조사된 단위면적당 생산량(ton/ha)과의 관계를 비교하였다(Table 5). 저장·유통·가공시설 부문에서는 해남·양파, 해남·마늘, 창녕·양파지역이 0.767, 0.737, 0.625로 높은 수치로 나타났으며, 고흥·마늘, 신안·양파, 신안·마늘지역이 0.230, 0.244, 0.282로 비교적 낮은 수치를 보였다. 농기계임대

시설 부문에서는 함평·양파, 창녕·양파, 창녕·마늘지역이 0.699, 0.695, 0.693로 높은 수치로 나타났으며, 고흥·마늘, 신안·양파지역이 0.087, 0.208로 낮은 수치를 보였다. 용수공급시설 부문에서는 창녕·마늘, 해남·마늘, 남해·마늘지역이 0.627, 0.621, 0.606으로 높은 수치로 나타났으며, 신안·양파, 고흥·마늘, 신안·마늘지역이 0.280, 0.354, 0.397로 비교적 낮은 수치를 보였다.

마늘 주산지에서 전라도지역 고흥군은 각 지수 SF, WF는 4등급, FF는 5등급 나타났으며, 단위면적당 생산량은 10.81 ton/ha로 가장 낮게 나타났으며, 해남시의 경우 SF, WF는 2등급, FF는 3등급으로 각 지수는 높은 편이나 단위면적당 생산량은 12.9로 낮은 경향을 보인다. 신안군의 경우 SF, WF는 4등급, FF는 3등급으로 나타났으며, 단위면적당 생산량은 11.82 ton/ha로 고흥군과 해남시와 마찬가지로 낮은 경향을 보인다. 경상도 지역 창녕군은 SF는 3등급, FF, WF는 2등급으로 해남시와 유사

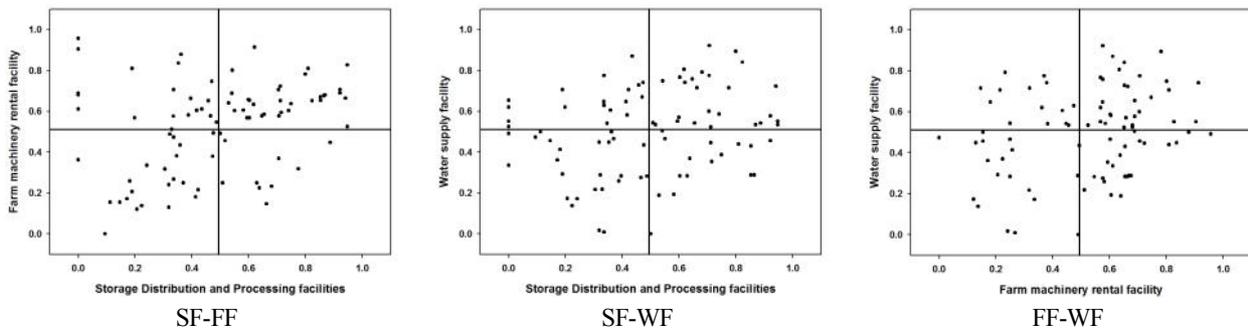


Figure 5 Analysis of Scatter Analysis by Main Grounds for Onion

Table 5. Vulnerability of agricultural production infrastructures to garlic and onion

| Type    | Region       |            | SF    | FF    | WF     | Unit production (ton/ha) |
|---------|--------------|------------|-------|-------|--------|--------------------------|
|         | Do           | Gun        |       |       |        |                          |
| Garlic  | Jeolla do    | Goheung    | 0.230 | 0.087 | 0.354  | 10.814                   |
|         |              | Haenam     | 0.737 | 0.469 | 0.621  | 12.900                   |
|         |              | Sinan      | 0.282 | 0.586 | 0.397  | 11.819                   |
|         | Average      |            | 0.416 | 0.381 | 0.457  | 11.844                   |
|         | Gyungsang do | Changnyung | 0.551 | 0.693 | 0.627  | 17.000                   |
|         |              | Namhae     | 0.631 | 0.559 | 0.606  | 13.169                   |
|         |              | Uisung     | 0.545 | 0.596 | 0.472  | 15.871                   |
| Average |              | 0.576      | 0.616 | 0.568 | 15.347 |                          |
| Onion   | Jeolla do    | Muan       | 0.467 | 0.388 | 0.605  | 57.601                   |
|         |              | Sinan      | 0.244 | 0.208 | 0.280  | 56.193                   |
|         |              | Hampyung   | 0.080 | 0.699 | 0.587  | 54.523                   |
|         |              | Haenam     | 0.767 | 0.474 | 0.534  | 60.720                   |
|         | Average      |            | 0.390 | 0.442 | 0.502  | 57.259                   |
|         | Gyungsang do | Changnyung | 0.625 | 0.695 | 0.558  | 65.000                   |
|         | Average      |            | 0.625 | 0.695 | 0.558  | 65.000                   |

한 경향을 보이거나 단위면적당 생산량이 17.0 ton/ha로 가장 높은 수치로 나타났다. 남해군의 경우 SF, WF는 2등급 FF는 3등급으로 창녕군과 유사한 수치를 나타내지만 단위면적당 생산량은 13.17 ton/ha로 낮게 나타났다. 의성군의 경우도 SF, FF, WF모두 3등급으로 비교적 높은 수치를 나타내고 있으며, 단위면적 생산량 또한 15.87 ton/ha로 높은 경향을 보이고 있다.

양파주산지에서도 마찬가지로 전라도지역 무안군은 SF는 3등급, FF는 4등급, WF는 2등급으로 단위면적당 생산량은 57.6 ton/ha로 나타나고 있으며, 신안군은 SF, FF, WF 모두 4등급으로 각 지수가 낮은 경향을 보이고 있으며, 단위면적당 생산량은 56.19 ton/ha로 나타났다. 함평군은 SF는 5등급, FF는 2등급, WF는 3등급으로 나타났다. 단위면적당 생산량은 54.52 ton/ha로 가장 낮게 나타났다. 해남군의 경우는 SF는 2등급 FF, WF는 3등급으로 전라도 지역에서 비교적 높은 수치를 나타내고 있으며, 단위면적당 생산량 또한 60.72 ton/ha로 전라도 지역에서 단위면적당 생산량이 높은 것으로 나타났다. 경상도 지역 창녕군은 SF, FF이 2등급, WF가 3등급에 분포하고 있으며, 단위면적 생산량은 65.0 ton/ha로 마늘 주산지와 마찬가지로 해남시와 유사한 등급으로 나타났지만 단위면적당 생산량은 더 우수한 것으로 나타났다. 경상도 지역에 비해 전라도 지역의 단위면적당 생산량이 낮은 수치를 보였다.

고흥군의 경우는 세 가지 지수 모두 4등급 이하로 나타났다. 단위면적당 생산량 또한 가장 적은 수치를 보이며 가장 취약한 지역으로 판단된다. 이는 고흥군이 다른 지역에 비해 저장·유통·가공시설과 농기계임대시설의 수가 적으며, 용수공급가능 지역이 적은 것으로 나타났다. 또한 양파-신안군의 경우도 세 가지 지수 모두 4등급 이하로 나타났다. 신안군의 경우는 대부분이 섬 지역으로 이루어져 접근성에 대한 취약성이 높은 것으로 나타났다.

전라도지역과 경상도지역의 시군별 특성에 따른 편차를 보이고 있는 것으로 나타났으며, 이는 세부 면단위 주산작물재배 지역의 동일 작물을 재배하고자 하는 농가의 재배의향의 지속성, 품종과 같은 생산여건 외에 재배여건의 편차로 인한 것으로 판단된다. 이에 따라 고흥군과 신안군에는 저장·유통·가공시설, 농기계임대시설, 용수공급시설들의 증축, 개보수, 도로망 개선 등의 개선 방안이 필요할 것이라 판단된다.

마늘, 양파 주산지의 농업생산기반 요소를 세 그룹으로 구분하여 취약성 평가를 위한 변수들을 선정하여 최종적으로 평가하였다. 이 결과는 전국적인 자료 확보가 어렵기 때문에 집단화가 어느정도 이루어진 농가경영체로 이루어진 주산지 재배지역의 자료를 이용하여 분석하

였기 때문에 제한적인 결과로 볼 수 있으나, 작물별로 재배 지역이 타 지자체에 비해서 큰 면적이 재배되고 있다는 점을 고려할 때 재배계획 수립한 농가들이 사용하는 농업생산기반 지원 시설물의 상대적인 취약성 평가를 위해서 제한적이지만 적용성이 있을 것으로 판단된다.

## IV. 결 론

본 연구에서는 주산지의 농업생산기반시설의 취약성을 평가하기 위해 저장·유통·가공시설, 농기계임대시설, 용수공급시설의 3가지 카테고리에 대해 6개의 대리변수를 선정하고 각 시·군별 통계자료와 밭 농업 주산지 실태조사 보고서 등을 참고하여 기초 통계 데이터를 수집하였다. 취약성 평가를 위해 이를 구성하는 지수 저장·유통·가공시설(SF), 농기계임대시설(FF), 용수공급시설(WF)을 구성하는 요인의 세부 변수들을 표준화한 후 표준화된 변수들의 음수를 제거하기 위해 자연로그화 하고 5등급으로 등급화 하였다. 시군별로 등급화된 세 가지 요인을 통하여 단위면적당 생산량과의 관계를 평가하여 공간적인 방법으로도 요인간의 편차에 의하여 취약성을 평가에 사용될 수 있음을 보였다.

주산지를 중심으로 농업생산기반시설에 대한 취약성 분석을 위해 저장·유통·가공시설, 농기계임대시설, 용수공급시설 세 가지 요인이 지역별 재배작물의 농업생산기반시설의 취약성을 파악하고 또한 지역별 수준을 평가할 수 있는 진단체계로 이용될 수 있음을 제시하였다.

먼저, 저장·유통·가공시설에서는 전라도 지역의 고흥군, 신안군이 4등급으로 낮은 수치를 보였으며, 농기계임대시설에서는 전라도 지역의 고흥군이 5등급으로 가장 낮은 수치를 보였다. 또한 용수공급시설에서는 전라도 지역의 고흥군과, 신안군이 4등급으로 낮은 수치로 나타났다. 각 시군별 지역의 편차가 나타났으며, 전라도 지역의 농업생산기반시설이 경상도 지역보다 전반적으로 취약한 것으로 나타났으며, 이는 간접적으로 단위면적당 생산량에도 영향을 미치는 것으로 판단된다.

향후에는 전국적으로 재배되고 있는 마늘, 양파 재배지의 농업생산기반시설에 미치는 각 지수별로 평가하고, 다른 주산작물별로 유사한 평가과정을 적용하여 다양하며, 영향력 있는 변수개발을 통해 본 연구에서의 결과를 기초로 하여 수정 및 보완을 통해 지속적인 연구를 진행하고, 다양한 평가 기법의 개발을 통하여 생산역량 강화를 위한 사업계획 수립의 기초자료로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

This work was supported by a research grant from Hankyong National University in the year of 2015

## References

1. Chae, G. S., Kim, H. S., Lee, Y. S., Kim, K. P., Kuk, S. Y., Mun, H. P., 2014. Issues and Footprints of Field Farming. (in Korean).
2. Chon, S. U., Lee, K. D., Lee, D. H., Heo, B. G., 2014, Vulnerability Evaluation of Garlic Productivity against Climate Change Using CCGIS Program at 232 Cities and Counties in Korea, J. Korean Soc. People Plants Environ, Vol. 17, No. 3 219-227 (in Korean).
3. Jang, M. W., 2004. Development of regional vulnerability assessment methodology for agricultural drought using GIS. Ph. D. diss., Seoul: Seoul National University (in Korean).
4. Jang, M. W., 2006. County-based vulnerability evaluation to agricultural drought using principal component analysis – The case of Gyeonggi-do -. Korean Rural Planning Vol.12, No.1 37-48 (in Korean).
5. Jung, H. W., Kim, D. S., Bae, S. J., Park, J. S., Kim, H. J., 2016. A Study on the Assessment of Growing Conditions and Production Capacity in the Upland-Field Area of Highland. Journal of the Korean Society of Rural Planning. Vol. 22, No. 4, 131-138 (in Korean)
6. Kang, M. J., 2010. Vulnerability assessment study for making adaptation plan of local governments : case of Wonju in Korea. Yonsei Univ. Seoul. Master's thesis.
7. Kim, S. J., Kim, S. M., Kim, S. M., 2013, A Study on the Vulnerability Assessment for Agricultural Infrastructure using Principal Component Analysis, Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, Vol. 55, No. 1, 31-38 (in Korean).
8. Kim, S. J., Kim, S. M., Kim, S. M., 2014, A Study of Development of the Vulnerability Assessment Criteria for Agricultural Infrastructure According to Climate Change. Keongsang National University. Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers. Vol. No. (in Korean).
9. Kim, S. J., Park, T. Y., Kim, S. M., Kim, S. M., 2011, The Proxy Variables Selection of Vulnerability Assessment for Agricultural Infrastructure According to Climate Change. Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers. Vol. 18, No. 2 33-42 (in Korean).
10. KRC, Survey on the actual condition of field farming in 2016, Korea Rural Community Corporation.
11. Lee, S.K. T.C. Seo, Y.A. Jang, J.G. Lee, C.W. Nam, C.S. Choi, K. W. Yeo, and Y. C. Um. 2012b. Prediction of Chinese cabbage yield as affected by planting date and nitrogen fertilization for spring production. J. Bio-Environ. Control 21:271-275 (in Korean).
12. Lee, K. K., Ko, K. K., Lee, J. W., 2012a. Correlation Analysis between Meteorological Factors and Crop Products (in Korean).
13. Lee, M. H., Jung, I. W., Bae, D. H., 2011. Korean Flood Vulnerability Assessment on Climate Change. Korea Water Resources Association. Vol. 44, No. 8 pp. 653-666 (in Korea)
14. Nam, W. H., Hong, E. M., Kim, T. G., Choi, J. Y., 2014. Projection of Future Water Supply Sustainability in Agricultural Reservoirs under RCP Climate Change Scenarios. Journal of The Korean Society of Agricultural Engineers. Vol 56, No. 4, 59-68 (in Korean)
15. Shim, M. S., Lee, K. H., 2010. Improvement of agricultural infrastructure facilities in the aspect of climate change Agric. Fishing Village. Env. 109: 66-76

- 
- Received 3 November 2017
  - First Revised 10 November 2017
  - Finally Revised 25 November 2017
  - Accepted 25 November 2017