시간일지법을 통한 농작업시간의 구성요소 분석과 GPS장치를 이용한 데이터 신뢰도 평가

Analysis of work time in agriculture through time-diary method and evaluation of the reliability of the data using GPS device

목적: 본 기술논문에서는 대표적인 과수작목의 작업시간을 시간일지를 사용하여 수집, 분석하고, GPS 장치를 이용한 직접관찰 시간과 비교하였다.

배경: 작업측정의 어느 방법이 정확한가에 대한 일관된 결론은 없으며, 연구결과들의 대부분은 농촌 이외의 환경에서 수집된 것으로서, 장시간 작업하는 농작업에 대하여 측정방법의 신뢰도를 검토할 필요가 있다.

방법: 농가 수와 재배면적 기준으로 상위 5개 작목(사과, 배, 포도, 단감, 복숭아)을 선정하였다. 과수농가들을 대상으로 1기작 기간 동안 작업일지를 작성토록 하였다. 농업인이 일지에 직접 기록한 작업시간과 GPS장비를 이용한 직접관찰 시간과의 차이를 분석하였다

결과: 5개 작목 평균적으로 과수 작목의 간접작업 시간은 전체 작업시간의 7.1%로 나타났다. 결론 및 응용: 직접관찰이 되고 있다는 점을 인지하면서 매 작업단계마다 일지를 작성하여 데이터의 신뢰도가 확보되었다. 국가기관에서 수집하는 자료들은 응답자의 회상에 의해 획득되고 있는데, 보다 정확한 자료의 수집을 위해서는 본 연구에서 채택한 방법을 시도할 필요가 있다.

Key Words: agriculture, work time, time-diary method, GPS

1. 서론

우리나라 농업인들은 고령화와 농촌 공동화에 따른 노동력 부족으로 인하여 노동시간 및 노동 강도가 계속 증가하는 상황에 직면하고 있다. 또한 영농기계, 농약 등에 대한 의존율 증가, 근골격계질환 등의 재해에 심각하게 노출되어 있지만 이와 관련한 보상은 미흡한 수준이다. 산업재해보상보험은 그 대상을 법인 또는 5인 이상 규모 작업장의 근로자로 한정하고 있어서 우리나라 농촌에서 흔한 소규모 자영농민에게는 적용되지 않는다. 그리고 민간보험사가 판매 중인 농업인 안전보험 상품은 법적 근거가 미약하고, 산업재해보상보험 대비 보장수준이 낮은문제점을 지니고 있다. 따라서 농업작업 중 안전재해가 발생하면 농업인에게 정당한 보상을제공함으로써 농업인이 안정적으로 농업에 종사할 수 있는 여건을 마련하려는 노력이 정부와정치권에서 경주되어 왔다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2016).

농업인 안전재해 보상기준 수립을 위해서는 대체노동력에 대한 지급금액이 결정되어야 하며, 이를 위해서는 작목별 작업단계별 작업시간이 파악되어야 한다. 농촌진흥청의 '농축산물 소득자료' 조사를 통해 작목별 작업단계별 작업시간이 매년 조사되고 있다(Rural Development Administration, 2014). 하지만 본 조사는 일지를 이용한 직접 기록방법(조사대상자의 40~50%)과 농촌지도사의 방문(4회/년)을 통해 농업인의 기억에 의한 회상 기록(50~60%)을 병행하고 있어, 조사된 작업시간의 오류가 어느 방법에 의한 것인지 분석이 어려운 한계가 있다.

일반적으로 작업시간을 측정하는데 있어서는 여러 방법이 사용되고 있는데(Ploeg, et. al., 2000), 시간일지법(time diary method), 실험적 표본추출법(experimental sampling method), 자기기입식 질문지법(self-reported questionnaire) 등이 대표적이다. 시간일지법 은 시각을 제시하는 방법과 시각을 제시하지 않는 방법의 두 가지가 있다. 시각을 제시하는 시간일지법은 하루 24시간을 일정한 간격의 눈금으로 나타낸 시간사용 조사표에 응답자가 1 일의 행동을 시간을 따라서 일기처럼 자신의 언어로 직접 기록하는 방법이다. 시각을 제시하 지 않는 시간일지법은 응답자가 직접 자신의 어느 한 행동에서 다음 행동으로의 시작과 끝 시 각을 그 시간에 한 행동과 함께 기록하는 방법이다. 실험적 표본추출법은 호출기에 무작위적 으로 프로그램된 신호가 울릴 때마다 응답자가 자신의 행동을 기록하는 방법으로서, 시간동작 연구(time and motion study)의 워크샘플링법과 유사한 개념이다. 자기기입식 질문지법은 응답자가 지난주의 노동시간에 대해 주관적으로 판단하여 적는 형태이다. 구체적인 질문방식 은 "지난주에 실제로 일한 모든 근무시간을 요일별로 적어주십시오", "주당 평균 초과근로시 간은 몇 시간 입니까" 등이다. 통계청이 공식적으로 발표하고 있는 유급노동시간의 측정방식 이다. 질문지법은 시간사용을 조사할 뿐만 아니라 다른 여러 가지 의식이나 태도조사(예: 시간 압박을 느끼는 정도나 특정 주제에 대한 가치관 등)에 대한 조사와 함께 시간사용을 조사하는 경우에 많이 사용하는 방법이다.

작업측정의 여러 방법 중, 어느 방법이 정확한가에 대한 일관된 결론은 없다(Prince, et. al., 2008; Koning, et. al., 2010). 또한 이러한 연구결과들의 대부분은 농촌 이외의 환경에서 수집된 것으로서, 장시간 작업하는 농작업에 대하여 측정방법의 신뢰도를 검토할 필요가 있다. 이에 본 논문에서는 대표적인 과수작목의 작업시간을 시간일지를 사용하여 수집, 분석하고, GPS 장치를 이용한 직접관찰 시간과 비교하였다. 본 연구의 결과는 작목별, 작업단계별 작업시간 측정을 위한 방법론 제시와 함께, 재해발생 시 대체인력 보상에 대한 기준의 설정에 활용될 수 있을 것이다.

2. 방법

(1) 작목 선정

5년 주기로 실시되는 농림어업총조사(Statistics Korea, 2010)의 결과를 참고하여 농가 수와 재배면적 기준으로 상위 5개 작목(사과, 배, 포도, 단감, 복숭아)을 선정하였다. 사과가 농가 수 및 재배면적 모두 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 배는 농가 수는 적으나 농가당 평균 재배면적은 2번째로 많았다(Table 1).

Table 1. Acreage of fruit crops

Crop	No. of farms	Acreage (ha)	Acreage/farm (ha)	
Apple	38,765 32,789		0.85	
Pear	22,589	16,110	0.71	
Grape	31,223	14,457	0.46	
Persimmon	28,443	11,365	0.40	
Peach	26,385	13,381	0.51	

(2) 데이터 수집

Table 2에 나타난 것과 같이, 5개 작목, 총 40개 농가를 대상으로 1기작 기간 동안 작업일지를 작성토록 하였다(조사대상자 평균연령: 58.3세). 작업시간에는 작업단계, 작업장소와 직접 작업시간과 간접 작업시간(예: 판매, 시설 및 기계 유지보수, 물품구매 등)이 포함되도록 하였다. 주기적인 확인 전화 및 문자발송과 함께, 지역 농업기술센터의 협조를 통해 작업일지 기입을 확인하였다.

Table 2. Characteristics of diary keeping

Crop	No. of farms	Period (2015)
Apple	8	March~October
Pear	5	September~October
Grape	9	April~October
Persimmon	10	May~October
Peach	8	March~October
Total	40	

(3) 작업일지 데이터의 신뢰도 평가

40농가를 대상으로 53회(사과 13, 복숭아 10, 배 5, 포도 13, 단감 12)의 농업인이 일지에 직접 기록한 작업시간과 Figure 1에 나타나 있는 GPS장비(ASCEN PS850)를 이용한 직접관찰시간과의 차이를 분석하였다(92개 작업단계, 평균 작업관찰시간: 137분). 이를 위하여 GPS를이용하여 농업인이 과수원에서 일하는 동안의 작업 동선을 GPS의 궤적을 확인하였다.



Figure 1. GPS device

과수원내에서의 이동경로는 Figure 2와 같이 나타난다. GPS장치의 분석프로그램에서 작업 동선을 분석하면 작업장소별 작업시간을 추출할 수 있다.

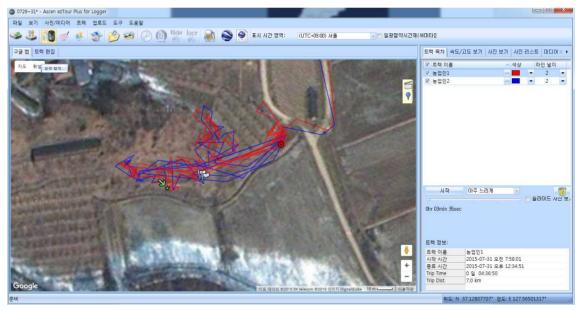


Figure 2. Example of trajectory

3. 결과

(1) 작업시간 분석

일지에 기록된 작업시간을 주요 단계별로 정리하여 Table 3~4에 나타내었다. 복숭아와 배에서 수확작업은 전체 작업 시간의 각각 34.2%, 43.6%이었고, 사과, 포도와 단감에서 솎기 (weeding) 작업이 20% 이상을 차지하였다.

Table 3. Time for major steps (h/10a/year)

	Time (%)					
Crop	Total (h)	Harvest	Disinfec	Cutting		
		-ing	-tion	off	Weeding	Others
				sprouts		
Apple	87.39	8.20	6.93	11.79	20.40	40.07
		(9.4)	(7.9)	(13.5)	(23.3)	(45.9)
Pear	26.66	11.63	5.36	0.00	1.03	8.64
		(43.6)	(20.1)	(0.0)	(3.9)	(32.4)
Grape	111.55	18.54	5.22	21.45	27.19	39.15
		(16.6)	(4.7)	(19.2)	(24.4)	(35.1)
Persimmon	29.38	8.19	4.88	3.72	8.58	4.01
		(27.9)	(16.6)	(12.7)	(29.2)	(13.7)
Peach	50.46	17.28	4.49	3.37	7.57	17.75
		(34.2)	(8.9)	(6.7)	(15.0)	(35.2)
Average	61.09	12.77	5.37	8.07	12.95	21.93
		(20.9)	(8.8)	(13.2)	(21.2)	(35.9)

Table 4. Direct/indirect time

Crop	Total time (h/10a/year)	Direct time (%)	Indirect time (%)	
Apple	87.39	83.28 (95.3)	4.11 (4.7)	
Pear	26.66	22.76 (85.4)	3.90 (14.6)	
Grape	111.55	103.21 (92.5)	8.34 (7.5)	
Persimmon	29.38	28.36 (96.5)	1.02 (3.5)	
Peach	50.46	46.16 (91.5)	4.30 (8.5)	
Average	61.09	56.75 (92.9)	4.32 (7.1)	

작목별로 전체시간 중의 간접작업시간의 비중을 보면(Table 4), 배가 14.6%로 가장 비중이 많았으며, 복숭아 8.5%, 포도 7.5%, 사과 4.7%, 감 3.5% 순이었다. 5개 작목 평균적으로 과수 작목의 간접작업 시간은 전체 작업시간의 7.1%로 나타났다. Table 5와 같이, 포도의 간접 작업은 다른 작목에 비해 가공 작업의 비중이 많기 때문이며, 포도의 간접작업에는 판매 작업이 포함되어 있었다. 사과, 복숭아, 배에서 과원 정리/정비 관련 시간이 가장 많았으며, 그 다음이 출하 관련 작업, 작업 준비 시간(포장 및 수확 관련 작업), 시설 및 기계 유지보수 작업, 물품 구매(농약, 포장 관련 물품) 작업으로 나타났다.

Table 5. Indirect time (h/10a/year)

	Time (%)					
Crop Educ	Education	Facilities	Purchases	Preparation	Shipment	Processing
		and				
		equipment				
		repair				
Apple	0.5 (12.2)	0.9 (22.0)	0.4 (9.8)	0.9 (22.0)	1.4 (34.1)	-
Pear	-	-		0.4 (10.3)	1.2 (30.8)	2.3 (59.0)
Grape	0.7 (8.4)	2.3 (27.7)	0.8 (9.6)	1.2 (14.5)	3.3 (39.8)	-
Persimmon	0.2 (20.0)	0.3 (30.0)	0.2 (20.0)	-	0.3 (30.0)	-
Peach	0.3 (7.0)	0.5 (11.6)	0.6 (14.0)	0.4 (9.3)	1.1 (25.6)	1.4 (32.6)
Average	0.4 (9.9)	1.0 (23.3)	0.5 (11.6)	0.7 (16.9)	1.5 (34.0)	1.9 (43.0)

배에서 가공 관련 시간이 가장 많았고, 사과, 배, 포도, 복숭아에서는 출하 관련 시간이 가장 많은 것으로 나타났다. 전체적으로 가공이 가장 높게 나타났으며, 출하, 시설/장비 보수 관련 시간 순으로 나타났다.

(2) GPS를 이용한 일지시간의 신뢰도 평가

분석 결과, 일지시간이 GPS시간보다 평균 7% 큰 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(t(52)=0.628). 이는 각 작업단계 종료 후 곧바로 일지를 작성하게 함으로써 회상에 의한 오차가 최소화되었을 것으로 판단된다. 또한 GPS장치를 부착하면서 본인의 작업이 모니터링되고 있다고 인식하기 때문에 일지작성에 정확성을 기한 것으로 짐작된다. 하지만 일반적인 일지작업 작성형태(그 날 저녁 혹은 며칠 후에 한꺼번에 기록하는 경우)를 취하였다면 본결과와 달라졌을 가능성이 있다.

4. Conclusion

본 연구에서는 5개 주요 과수작목의 작업시간을 시간일지를 사용하여 수집, 분석하고, GPS 장치를 이용한 직접관찰 시간과 비교하였다. 그 결과, 직접관찰이 되고 있다는 점을 인지하면서 매 작업단계마다 일지를 작성하여 그 신뢰도가 확보되었다고 여겨진다.

시간일지법, 실험적 표본추출법, 질문지법 등은 각각의 한계점이 있지만, 노동시간의 기록법으로 추천되고 있다(Jacobs, 1998). 일지법을 사용하면 질문지법에 비하여 시간을 과대평가하는 경향이 있는 것이 보고되었으며(Koning, e. al., 2010), 직접 관찰에 비하여 정확성이 다소 낮은 경우도 보고되었다(Prince, et. al., 2008). 또한 Robinson과 Godbey (1997)는 질문지법을 이용한 인구동향조사에 있어서, 응답자가 응답할 내용을 결정하는 데 주어지는 시간이 몇초 뿐이고, 따라서 급하게 떠올려서 응답하게 된다고 하였으며, 긴 시간 일하는 사람들이 자신들의 노동시간을 과장하는 경향이 있다고 보고하였다. 본 연구에서 채택한 GPS와 같은 연속적인 관찰장비를 사용한다면 작업시간 측정, 수집의 신뢰도를 높일 수 있겠다.

통계청을 비롯한 대부분의 국가기관에서 수집하는 자료들은 응답자의 회상에 의해 획득되고 있다. 하지만 보다 정확한 자료의 수집을 위해서는 본 연구에서 채택한 방법을 시도할 필요가 있다고 생각한다.

본 연구는 조사-재조사간 신뢰도(test-retest reliability)를 평가하지 못한 한계점이 있다. 그러나 이 한계점은 같은 작업이 시간간격을 두고 정확히 반복하지 않는 농작업의 태생적인 특성에 의한 것이다.

References

Jacobs, J. Measuring time at work: are self-reports accurate? *Monthly Labor Review*, December 1998.

Koning, I., Harakeh, Z., Rutger, C., Engels, R., and Vollerber, W., A comparison of self-reported alcohol use measures by early adolescents: Questionnaires versus diary, *Journal of Substance Use*, 15(3), 166-173, 2010.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, *Law on the safety insurance and disaster prevention*, 2016

Ploeg, M., Altonji, J., Bradburn, N., DaVanzo, J., Nordhaus, W. and Samaniego, F., *Time-Use Measurement and Research Report of a Workshop*, National Academy Press, Washington, D.C., 2000.

Prince, S., Adamo, K., Hamel, M., Hardt, J., Gorber, S. and Tremblay, M., A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review, International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 5(56), 2008.

Robinson, J. P. and Godbey, G., *Time for Life: The Surprising Ways Americans Use Their Time*, Pennsylvania State University Press, 1997.

Statistics Korea, *Census of Agriculture, Forestry and Fisheries*, http://www.affcensus.go.kr/(visited November 06, 2015).